



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE BIOQUÍMICA CLÍNICA**

**PREVALENCIA DE LEUCOPENIA EN TRABAJADORES EXPUESTOS A
RADIACIONES IONIZANTES, ATENDIDOS EN EL LABORATORIO CLÍNICO DE LA
SUBDIRECCIÓN PROVINCIAL DE RIESGOS DEL TRABAJO DEL IESE DE
PICHINCHA.**

**Autora: Mónica Alexandra Fernández Carpio
mona.alex69@hotmail.com**

Tesis para optar por el Título profesional de BIOQUÍMICA CLÍNICA

**Tutor: Milton Humberto Burbano Aguilar, MD.
miltonburbano@doctor.com**

Quito, Diciembre del 2012

Fernández Carpio, Mónica Alexandra (2012). Prevalencia de Leucopenia en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, atendidos en el Laboratorio Clínico de la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo del IESS de Pichincha. Trabajo de investigación para optar por el grado de Bioquímica Clínica. Quito: UCE. 129 p.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

A mis padres y a mi hermana, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque me ha dado fuerzas para seguir adelante y por ayudarme a alcanzar mis metas.

A la Facultad de Ciencias Químicas de la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR y a todos mis profesores, por brindarme sus conocimientos, la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Al LABORATORIO CLÍNICO DE LA SUBDIRECCIÓN PROVINCIAL DE RIESGOS DE TRABAJO DEL IESE DE PICHINCHA, sus autoridades, que me ayudaron abriéndome las puertas para realizar el presente estudio.

Un agradecimiento muy especial a la Dra. Bertha Patricia Torres Moyano, Funcionaria de la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo del IESE de Pichincha, Responsable del Laboratorio Clínico, quien me guió en la realización de este estudio, además por paciencia y por brindarme su amistad incondicional.

A mi tutor Dr. Milton Burbano, a mis maestros, agradezco infinitamente todo su apoyo por compartir sus conocimientos y experiencias para la elaboración del presente trabajo.

Al Quím. Cesar Yambay, por la ayuda en la parte estadística por los consejos, el apoyo, el ánimo que me brindó y compartir sus conocimientos y experiencia desinteresadamente.

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE

Yo, Mónica Alexandra Fernández Carpio en calidad de autor del trabajo de tesis realizado sobre **”PREVALENCIA DE LEUCOPENIA EN TRABAJADORES EXPUESTOS A RADIACIONES IONIZANTES, ATENDIDOS EN EL LABORATORIO CLÍNICO DE LA SUBDIRECCIÓN PROVINCIAL DE RIESGOS DEL TRABAJO DEL IEES DE PICHINCHA”**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5,6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Quito, 10 de Noviembre del 2012



FIRMA
C.C. 1716762750

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE

Por la presente, dejo constancia que he leído la tesis presentada por la Señorita Mónica Fernández para optar por el título profesional cuyo tema es **PREVALENCIA DE LEUCOPENIA EN TRABAJADORES EXPUESTOS A RADIACIONES IONIZANTES, ATENDIDOS EN EL LABORATORIO CLÍNICO DE LA SUBDIRECCIÓN PROVINCIAL DE RIESGOS DEL TRABAJO DEL IESS DE PICHINCHA**”; la misma que reúne los requerimientos, y los méritos suficientes para ser sometida a evaluación por el tribunal calificador

En la ciudad de Quito, a los 10 días del mes de Noviembre del 2012



Dr. Milton Burbano
C.I: 1703564748

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

INFORME DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

Quito, 17 de diciembre del 2012.

Señor
Wilson Parra
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
Presente:

Señor Decano:

El tribunal encargado de calificar la Tesis: **"PREVALENCIA DE LEUCOPENIA EN TRABAJADORES EXPUESTOS A RADIACIONES IONIZANTES, ATENDIDOS EN EL LABORATORIO CLÍNICO DE LA SUBDIRECCIÓN PROVINCIAL DE RIESGOS DEL TRABAJO DEL IESS DE PICHINCHA"**.

Presentada por la señorita: Mónica Alexandra Fernández Carpio, estudiante de la Carrera de: Bioquímica Clínica, luego del estudio y revisión correspondiente, **resolvió:**

APROBAR ☒ la Tesis con la **NOTA** de 19/20 (Diecinueve/veinte).


y **autorizar** para que la escriba definitivamente.

REPROBAR ☐ la Tesis.

Es **cuanto** podemos informar.

Atentamente,


PROFESOR
Dr. Milton Burbano
1703564748


PROFESOR
Dra. Isabel Fierro
0600921746


PROFESOR
Dr. Franklin Gavilanez
0601885130

CONTENIDO

	pág.,
1 CAPITULO I.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 HIPÓTESIS	1
1.2.1 Alternativa:.....	1
1.2.2Nula:.....	1
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1General	2
1.3.2 Específicos	2
1.4 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	2
2 MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 ANTECEDENTES.....	4
2.1.1 Descubrimiento de los rayos x.	4
2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	5
2.2.1 Introducción a las Radiaciones Ionizantes	5
2.2.2 Poder de penetración de las radiaciones ionizantes.....	7
2.2.3 Equipos de medición de las radiaciones ionizantes.....	7
2.2.4 Valores límite permisible	8
2.2.5 Efectos biológicos de la radiación ionizante	9
2.2.6 Clasificación de los efectos producidos por la radiación	13
2.2.7 Efectos de bajas dosis de radiación ionizante	15
2.2.8 Factores de los cuales depende el efecto biológico de las radiaciones.....	16
2.2.9 Exposición ocupacional.....	16
2.2.10 Efectos biológicos	17
2.2.11 Efectos en la médula ósea	19
2.2.12 Fragilidad cromosómica.....	21
2.2.13 Radiaciones ionizantes y cáncer.....	22
2.2.14 El cáncer hematológico y las radiaciones ionizantes	23
2.3 FUNDAMENTO LEGAL.....	23
2.3.1 Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del medio Ambiente de trabajo.....	23
2.3.2 Reglamento de Seguridad Radiológica	24
2.3.3 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	25
2.3.4 Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo (C.D. 390)2011-11-21. :	26

3 METODOLOGÍA	27
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.1 Criterios de inclusión	27
3.1.2 Criterios de exclusión.....	27
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	27
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
3.4 TÉCNICA Y EQUIPOS.....	28
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 POBLACIÓN ANALIZADA	29
4.2 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL ANALIZADA EN TIEMPOS DE EXPOSICIÓN	30
4.3 ANÁLISIS DE VARIABLES	31
4.3.1 Leucocitos	31
4.3.2Plaquetas	49
4.3.3 Fragilidad Cromosómica	66
4.3.4 Prevalencia de leucopenia de la población total analizada.....	83
4.3.5 Prevalencia de leucopenia por grupo de tiempo de exposición.....	84
4.3.6 Análisis de relación entre variables.....	84
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
5.1 CONCLUSIONES	94
5.2 RECOMENDACIONES	96
6.BIBLIOGRAFÍA.....	97

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 2.1. Límite de dosis para la exposición ocupacional.....	9
Tabla 4.1. Número total de población analizada.....	29
Tabla 4.2. Distribución de la población total en tiempos de exposición.....	30
Tabla 4.3. Población agrupada según los leucocitos en función del tiempo de exposición de 1 a 15 años	31
Tabla 4.4. Población agrupada según los leucocitos en función del tiempo de exposición de 15.1 Más de 25 años.....	32
Tabla 4.5. Valores de leucocitos en mujeres de 1 a 5 años de exposición	33
Tabla 4.6. Valores de leucocitos en hombres de 1 a 5 años de exposición	33
Tabla 4.7. Estadística descriptiva- exposición de 1 a 5 años en leucocitos.....	34
Tabla 4.8. Número de trabajadores expuestos a RI de 1 a 5 años que presentan Leucopenia	35
Tabla 4.9. Valores de leucocitos en mujeres de 5.1 a 10 años de exposición	36
Tabla 4.10. Valores de leucocitos en hombres de 5.1 a 10 años de exposición	36
Tabla 4.11. Estadística descriptiva de 5.1 a 10 años de exposición	36
Tabla 4.12. Número de trabajadores expuestos a RI que presentan Leucopenia	38
Tabla 4.13. Valores de leucocitos en mujeres de 10.1 a 15 años de exposición	38
Tabla 4.14. Valores de leucocitos en hombres de 10.1 a 15 años de exposición	38
Tabla 4.15. Estadística descriptiva- Trabajadores expuestos a RI de 10.1 a 15 años.....	39
Tabla 4.16. Número de trabajadores expuestos que presentan leucopenia	40
Tabla 4.17. Valores de leucocitos en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años	41
Tabla 4.18. Valores de leucocitos en hombres de 15.1 a 20 años	41
Tabla 4.19. Estadística descriptiva- Trabajadores expuestos a RI de 15.1 a 20 años.....	42
Tabla 4.20. Número de trabajadores expuestos que presentan leucopenia	43
Tabla 4.21. Valores de leucocitos en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años	44
Tabla 4.22. Valores de leucocitos en hombres expuestos a RI de 20.1 a 25 años.....	44
Tabla 4.23. Estadística descriptiva -Trabajadores expuestos a RI de 20.1 a 25 años.....	44
Tabla 4.24. Número de trabajadores expuestos a RI que presentan leucopenia.....	46
Tabla 4.25. Valores de leucocitos en mujeres expuestas a RI de más de 25 años.....	46
Tabla 4.26. Valores de leucocitos en hombres expuestos a RI de más de 25 años	46
Tabla 4.27. Estadística descriptiva- Trabajadores expuesto a RI de más de 25.1 años.....	47
Tabla 4.28. Número de trabajadores expuestos a RI de más de 25,1 años que presentan leucopenia	48
Tabla 4.29. Valores de plaquetas de 1 a 15 años de exposición.....	49
Tabla 4.30. Valores de plaquetas de 15.1 a más de 25 años.....	50
Tabla 4.31. Valores de plaquetas en mujeres expuestos a RI de 1 a 5 años.....	51
Tabla 4.32. Valores de plaquetas en hombres expuestos a RI de 1 a 5 años.....	51
Tabla 4.33. Estadística descriptiva- N de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 1 a 5 años	52
Tabla 4.34. Número de trabajadores expuestos a RI que presentan disminución de plaquetas	53
Tabla 4.35. Valores de plaquetas en mujeres expuestos a RI de 5.1 a 10 años	54
Tabla 4.36. Valores de plaquetas en hombres expuestos a RI de 5,1 a 10 años.....	54
Tabla 4.37. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años	55
Tabla 4.38. Número de trabajadores expuestos a RI de 5.1 a 10 años que presentan disminución de plaquetas.....	56

	pág
Tabla 4.39. Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años	57
Tabla 4.40. Valores de plaquetas en hombres expuestas a RI de 10.1 a 15 años	57
Tabla 4.41. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años	58
Tabla 4.42. Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años	59
Tabla 4.43. Valores de plaquetas en hombres expuestas a RI de 15.1 a 20 años	59
Tabla 4.44. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años	60
Tabla 4.45. Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años	62
Tabla 4.46. Valores de plaquetas en hombres expuestas a RI de 20.1 a 25 años	62
Tabla 4.47. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años	62
Tabla 4.48. . Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años.....	64
Tabla 4.49. Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años.....	64
Tabla 4.50. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en trabajadores expuestos a RI de más de 25.1 años	64
Tabla 4.51. Porcentaje de Fragilidad Cromosómica de 1 a 5 años de exposición.....	66
Tabla 4.52. Porcentaje de Fragilidad Cromosómica de 15.1 a más de 25 años	67
Tabla 4.53. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 1 a 5 años.....	68
Tabla 4.54. Porcentaje de fragilidad cromosómica en hombres expuestos a RI de 1 a 5 años	68
Tabla 4.55. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 1 a 5 años	69
Tabla 4.56. Número de trabajadores expuestos a RI, que presentan valores fuera del rango normal	70
Tabla 4.57. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años.....	71
Tabla 4.58. Porcentaje de fragilidad cromosómica en hombres expuestos a RI de 5.1 a 10 años ..	71
Tabla 4.59. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 5.1 a 10 años	71
Tabla 4.60. Número de trabajadores expuestos a RI de 5 a 10 años, que presentan valores fuera del rango normal	73
Tabla 4.61. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años...	73
Tabla 4.62. Porcentaje de fragilidad cromosómica en hombres expuestos a RI de 10.1 a 15 años .	73
Tabla 4.63. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 10.1 a 15 años.....	74
Tabla 4.64. Número de trabajadores expuestos a RI de 10.1 a 15 años, que presentan valores fuera del rango normal	76
Tabla 4.65. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años...	76
Tabla 4.66. Porcentaje de fragilidad cromosómica en hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años .	76
Tabla 4.67. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 15.1 a 20 años.....	77
Tabla 4.68. Número de trabajadores expuestos a RI de 15.1 a 20 años , que presentan valores fuera del rango normal	78
Tabla 4.69. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años...	79
Tabla 4.70. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años...	79
Tabla 4.71. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 20.1 a 25 años.....	79

Tabla 4.72. Número de trabajadores expuestos a RI de 20.1 a 25 años, que presentan valores fuera del rango normal	81
Tabla 4.73. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años	81
Tabla 4.74. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años	81
Tabla 4.75. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de más de 25,1 años.....	82
Tabla 4.76. Número de trabajadores expuestos a RI de más de 25.1 años, que presentan valores fuera del rango normal	83
Tabla 4.77. Cuadro de Prevalencias en cada grupo de tiempo de exposición	84
Tabla 4.78. Mujeres expuestas a RI que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable.....	85
Tabla 4.79. Hombres expuestos a RI que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable.....	86
Tabla 4.80. Mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	87
Tabla 4.81. Hombres expuestos a RI de 5.1 a 10 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	88
Tabla 4.82. Mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	88
Tabla 4.83. Hombres expuestos a RI de 10.1 a 15 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	89
Tabla 4.84. Mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	90
Tabla 4.85. Hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	90
Tabla 4.86. Mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	91
Tabla 4.87. Hombres expuestos a RI de 20.1 a 25 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	92
Tabla 4.88. Mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	92
Tabla 4.89. Hombres expuestos a RI de más de 25 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable	93
Tabla 5.1. Datos de la población analizada de mujeres.....	101
Tabla 5.2. Datos de la población analizada de hombres	104

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.,
Ilustración 2.1. Roentgen que descubrió los Rayos x en 1895	5
Ilustración 2.2. Tipos de Radiaciones	6
Ilustración 2.3. Poder de Penetración de las Radiaciones Ionizantes	7
Ilustración 2.4. Efectos a bajos niveles de dosis de radiación	10
Ilustración 2.5. Efectos producidos por radiación ionizante	13
Ilustración 2.6. Resumen de los principales efectos biológico de las radiaciones ionizantes	15
Ilustración 2.7. Enfermedades profesionales por factor de riesgo -2011	17
Ilustración 2.8. Efectos sobre los cromosomas	19
Ilustración 2.9. Estudios epidemiológicos	21
Ilustración 4.1. Trabajadores expuestos a Radiaciones Ionizantes	29
Ilustración 4.2. Histograma - Valores de leucocito-mujer expuestos a RI de 1 a 5 años	34
Ilustración 4.3. Histograma-leucocitos en hombres de 1 a 5 años de exposición	35
Ilustración 4.4. Histograma - Mujeres expuestas a RI de 5.1 A 10 años	37
Ilustración 4.5. Histograma-Hombres expuestos a RI de 5.1 a 10 años de exposición	37
Ilustración 4.6. Histograma -Mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15	40
Ilustración 4.7. Histograma - Hombres expuestos a RI de 10.1 a 15 años	40
Ilustración 4.8. Histograma- Mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años	42
Ilustración 4.9. Histograma- Hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años	43
Ilustración 4.10. Histograma-Mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años	45
Ilustración 4.11. Histograma- Hombres expuestos a RI de 20.1 a 25 años	45
Ilustración 4.12. Histograma - Mujeres expuestas a RI de más de 25 años	47
Ilustración 4.13. Histograma- Hombres expuestos a RI de más de 25 años	48
Ilustración 4.14. Histograma- Número de plaquetas de 1 a 5 años de exposición	52
Ilustración 4.15. Histograma - Número de plaquetas – Hombres de 1 a 5 años de exposición	53
Ilustración 4.16. Histograma - Número de plaquetas - Mujeres de 5.1 a 10 años de exposición	55
Ilustración 4.17. Histograma - Número de plaquetas - Hombres de 5.1 a 10 años de exposición	56
Ilustración 4.18. Histograma - Número de plaquetas - Mujeres de 10.1 a 15 años de exposición	58
Ilustración 4.19. Histograma - Número de plaquetas - Hombres de 10.1 a 15 años de exposición	59
Ilustración 4.20. Ilustración 38. Histograma - Número de plaquetas - mujeres de 15.1 a 20 años de exposición	61
Ilustración 4.21. Histograma - Número de plaquetas - Hombres de 15.1 a 20 años de exposición	61
Ilustración 4.22. Histograma - Número de plaquetas - mujeres de 20.1 a 25 años de exposición	63
Ilustración 4.23. Histograma - Número de plaquetas - hombres de 20.1 a 25 años de exposición	63
Ilustración 4.24. Histograma - Número de plaquetas - mujeres de más de 25.1 años de exposición	65
Ilustración 4.25. Histograma - Número de plaquetas - hombres de más de 25.1 años de exposición	65
Ilustración 4.26. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 1 a 5 años	69
Ilustración 4.27. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 1 a 5 años	70
Ilustración 4.28. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años	72

Ilustración 4.29. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 5.1 a 10 años	72
Ilustración 4.30. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años	75
Ilustración 4.31. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 10.1 a 15 años	75
Ilustración 4.32. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años	77
Ilustración 4.33. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 15.1 a 20 años	78
Ilustración 4.34. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años	80
Ilustración 4.35. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 20.1 a 25 años	80
Ilustración 4.36. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años	82
Ilustración 4.37. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de más de 25.1 años	83

LISTA DE ANEXOS

	pág.,
ANEXO A. Datos completos de toda la población analizada	102
ANEXO B. Ficha médica de los pacientes	109
ANEXO C. Oficio para asistencia de pacientes	112

ABREVIATURAS

RI: Radiaciones Ionizantes

Sv: Sievert

mSv: milisievert

Gy: Gray

PT: Plaquetas

FR: Fragilidad cromosómica

RESUMEN DOCUMENTAL

Actualmente las radiaciones ionizantes producidas por equipos de radiología, es la principal fuente de exposición a los trabajadores ocupacionalmente expuestos. Sin embargo en el Ecuador no se conocen estudios que indique la prevalencia de leucopenia en los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.

La hipótesis del estudio se basa en comprobar si a mayor tiempo de exposición a radiaciones ionizantes de los trabajadores, hay mayor número de casos de leucopenia.

El presente trabajo servirá para que la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo del IESS de Pichincha tome como un estudio de inicio y a partir de estos datos se tenga a referencia estadística que permita dar un seguimiento a los trabajadores y evitar posibles enfermedades profesionales.

De los 217 trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes que acudieron al Laboratorio Clínico de la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo desde el año 2010 hasta febrero 2012, se encontraron 16 casos que corresponde a una prevalencia de 7,37 %.

PALABRAS CLAVE

RADIOLOGÍA, RADIACIÓN – EFECTOS FISIOLÓGICOS, DAÑOS POR RADIACIÓN, RADIACIÓN IONIZANTE, LABORATORIO CLÍNICO -SUBDIRECCIÓN PROVINCIAL DE RIESGOS DEL TRABAJO. IESS PICHINCHA, ENFERMEDADES OCUPACIONALES

ABSTRACT

Currently produced by ionizing radiation radiology equipment, is the main source of exposure to occupationally exposed workers. But in Ecuador there are no known studies that indicate prevalence of leukopenia in workers exposed to ionizing radiation.

The hypothesis of the study is to check whether the longer the exposure to ionizing radiation of workers, no more cases of leukopenia.

This work will help the Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo del IESS de Pichincha take a home study and from these data to have statistical reference which would enable workers to monitor and prevent possible diseases.

Of the 217 workers exposed to ionizing radiation attending the Clinical Laboratory of Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo del IESS de Pichincha from 2010 to February 2012, 16 cases were found corresponding to a prevalence of 7.37%.

KEYWORDS

RADIOLOGY, RADIATION - PHYSIOLOGICAL EFFECTS, RADIATION DAMAGE, IONIZING RADIATION, CLINICAL LABORATORY- SUBDIRECCIÓN PROVINCIAL DE RIESGOS DEL TRABAJO PICHINCHA IESS, OCCUPATIONAL DISEASES

CAPITULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La utilización de las radiaciones en medicina, con fines terapéuticos o de diagnóstico, constituye sin duda uno de los aspectos más destacados del beneficio que éstas suponen para la humanidad, pero en su aplicación también ha causado daños a los trabajadores ocupacionalmente expuestos como son médicos radiólogos, licenciados en radiología, técnicos radiólogos, provocando en ciertos casos el desarrollo de daños atribuibles a la radiación recibida.

En nuestro país no se han publicado resultados en relación a exposiciones por radiaciones ionizantes, es por eso que en este trabajo se describirá la dinámica de algunos indicadores hematológicos susceptibles a variaciones por exposición a las radiaciones ionizantes y su relación con los factores de tiempo de exposición, y fragilidad cromosómica.

Si bien la Subdirección Provincial Riesgos del Trabajo del IESS de Pichincha cuenta con un programa de seguridad y salud ocupacional para trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes el cual evalúa el estado del trabajador expuesto de manera individual y no se lo hace de manera grupal, lo cual no permite establecer la estadística necesaria, para conocer la prevalencia de leucopenia en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, y determinar si existe una relación en la disminución de las plaquetas con respecto a la disminución de los leucocitos, así como la relación entre la disminución de los leucocitos y el aumento del porcentaje de fragilidad cromosómica.

1.2 HIPÓTESIS

1.2.1 Alternativa:

El tiempo de exposición a radiaciones ionizantes de los trabajadores no influye en una posible leucopenia.

1.2.2 Nula:

A mayor tiempo de exposición a radiaciones ionizantes de los trabajadores, mayor número de casos de leucopenia.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Determinar la prevalencia de leucopenia en los trabajadores expuestos a Radiaciones ionizantes, atendidos en el Laboratorio de la Subdirección Provincial Riesgos del Trabajo del IESS de Pichincha.

1.3.2 Específicos

- Analizar disminución de los leucocitos en relación con el tiempo de exposición.
- Determinar si existe una relación en la disminución de las plaquetas con respecto a una leucopenia.
- Indicar si existe relación entre la leucopenia y el aumento del porcentaje de fragilidad cromosómica.

1.4 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

El riesgo de cáncer entre los médicos y otras profesionales expuestos a las radiaciones ionizantes en el lugar de trabajo ha sido objeto de estudio desde la década de 1940, cuando el aumento de la prevalencia de mortalidad por leucemia se informó entre los radiólogos en comparación a la mortalidad, entre otros especialistas médicos. (Sánchez Pacheco, 2008)

Hasta el momento los estudios realizados con sobrevivientes de la bomba atómica han mostrado un aumento de la mortalidad entre esa población a consecuencia de varios tipos de cáncer. Se ha observado que la aparición de procesos malignos sigue una pauta determinada en cuanto al tiempo transcurrido desde la exposición a la radiación. Primero aparece la leucemia tras un período latente corto de dos o tres años aproximadamente, alcanza una frecuencia máxima alrededor de los seis u ocho años, y luego decrece y casi tiende a desaparecer a los 25 años más o menos de haberse producido la exposición. (Mukherjee & Mircheva, 1995)

En el Ecuador, existe una serie de regulaciones que defienden el derecho a la salud y a un ambiente de trabajo seguro los cuales constan en el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Código del Trabajo, el Reglamento para el Funcionamiento de Servicios médicos para empresas, el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Las leyes ecuatorianas obligan al empresario a garantizar en los trabajadores la vigilancia de la salud de acuerdo a los riesgos inherentes a su actividad laboral lo que servirá para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado

de salud de trabajador podría constituir en un peligro para sí mismo, para los demás trabajadores o para otras personas o cuando la normativa recomiende esta vigilancia médica por ser actividades con especial riesgo como en el caso de las radiaciones ionizantes

La vigilancia médica a trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes permite la evaluación de su estado de salud, así como la detección precoz de enfermedades generales o somáticas que son consideradas como criterio para no continuar en el área de trabajo, y que pudieran estar relacionadas o no con las condiciones de exposición.

El interés que plantea este trabajo es determinar la prevalencia de leucopenia en los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes atendidos en el laboratorio clínico de la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo del IEES –Pichincha y a partir de los resultados obtenidos, realizar su evaluación y seguimiento y estimar el tiempo de exposición en el que se podría presentar la leucopenia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES.

2.1.1 Descubrimiento de los rayos x.

El 8 de Noviembre de 1895, Wilhelm K. Roentgen, observó por primera vez el fulgor de una pantalla fluorescente, activada por una emanación, desconocida hasta ese momento, de un tubo de Crookes eléctricamente excitado. Roentgen presento, el 28 de Diciembre su trabajo “Acerca de un Nuevo Tipo de Rayo” al presidente de la Sociedad Física Médica de Wurzburg. Edison, al oír de este fenómeno, empezó a trabajar en él, y no esta esclarecido si fue él o el Profesor Pupin de la Universidad de Columbia quien realizó el primer radiograma en Estados Unidos. (Ortiz, 2008).

La dualidad en los usos de la radiación, para fines benéficos o destructivos, fue imaginada desde el principio por sus descubridores. Cuando Pierre Curie en Estocolmo recibió con su esposa Marie el premio Nobel en 1903 señaló: "Soy de aquellos que piensan que la humanidad obtendrá más beneficio que daño con estos nuevos descubrimientos." Esta frase claramente demuestra que estaba consciente de que sus descubrimientos podrían dañar a la humanidad pero confiaba en que los beneficios serían mucho mayores. Más de un siglo después debemos aceptar que así ha sido. (Alvarez, 2000)

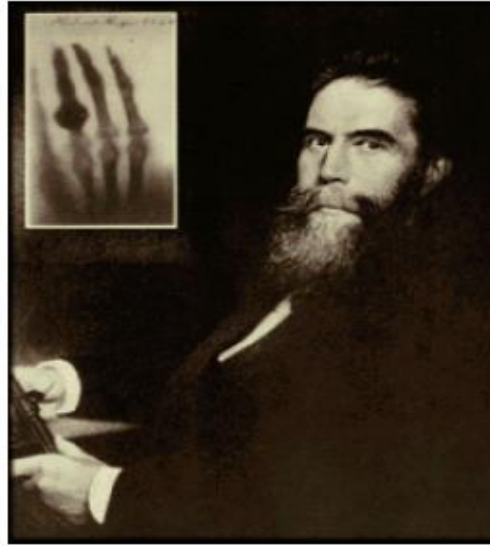
Después del descubrimiento de los rayos x , y entre la décadas de 1930 a 1950, la exposición de los trabajadores de la salud como radiólogos y técnicos de rayos X, reportaba un riesgo de 9 veces más de aparición de leucemias que otra profesión. (Ortiz, J. C., 2008).

Estudios en sobrevivientes de la bomba atómica

La leucemia fue el primer cáncer en ser relacionado con exposición a la radiación. El 44% de las muertes por leucemia fueron por efecto de la radiación. El incremento del riesgo en exposiciones a 1 Sv era tres veces mayor que con 0.1 Sv.

En Hiroshima se observó que en más del 60% de las personas expuestas a una dosis entre 0.2 y 0.4 gray presentaron leucemia. (Bermudez, 2001)

Ilustración 2.1. Roentgen que descubrió los Rayos x en 1895



Nota: Ortiz, J. C. (2008). Cáncer hematológico en la Salud Ocupacional.

2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

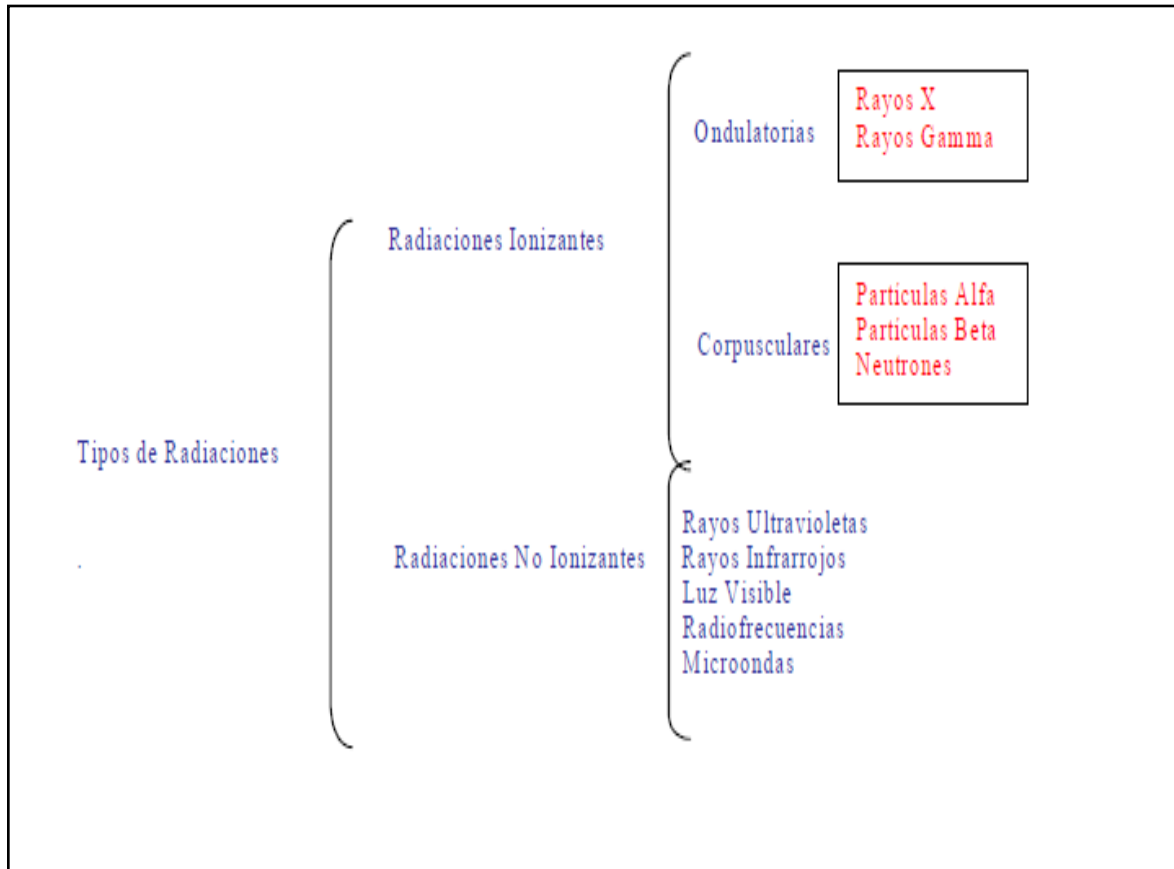
2.2.1 Introducción a las Radiaciones Ionizantes

La radiación ionizante consiste en partículas, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones, átomos y moléculas. Se considera radiaciones ionizantes capaces de producir directa o indirectamente iones a su paso por la materia. (Ortiz J. C., 2008)

A raíz de la utilización de las bombas atómicas en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki, se estudió ampliamente a la población de supervivientes y evaluó de mejor manera los efectos biológicos ocasionados por las radiaciones a largo plazo.

En la medicina actual las radiaciones ionizantes se han convertido en una herramienta de trabajo crucial ya que a través de ellas se ha facilitado el diagnóstico oportuno y temprano de patologías y a nivel terapéutico se ha mejorado la supervivencia y pronóstico de los pacientes. Sin embargo, su transferencia de energía puede generar daños en el DNA celular de modo directo en el núcleo o de modo indirecto a través de los radicales libres con el riesgo potencial de generar desde alteraciones tempranas reversibles hasta cáncer (García, 1998)

Ilustración 2.2. Tipos de Radiaciones



Nota: Ortiz, J. C. (2008). Cáncer hematológico en la Salud Ocupacional.

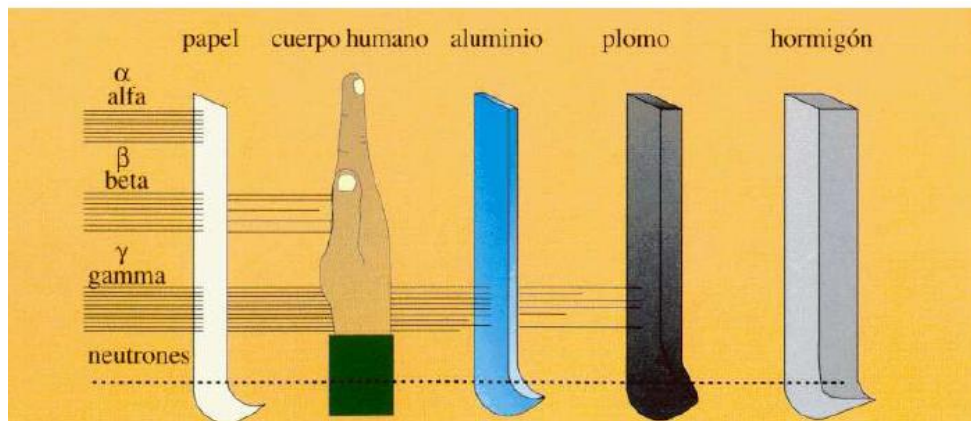
Basados en los estudios de fuerte asociación estadística entre leucemia y enfermedades hematopoyéticas por la exposición a dosis altas y bajas de radiación ionizante así como la aparición de estas patologías en trabajadores vinculados tempranamente en el área de radiología en épocas de menor desarrollo tecnológico y mayor exposición a mediados del siglo pasado, en la época actual se recomienda realizar vigilancia estrecha de las posibles patologías a la población de la salud expuesta a este riesgo en períodos más recientes. (Cardis, Krewski, & Gilbert, 2006)

Los estudios epidemiológicos sobre exposiciones a radiaciones ionizantes de bajo nivel indican que el exceso de riesgo de cáncer inducido por radiación existe, aunque la incertidumbre es tal que no es posible la cuantificación precisa de este exceso de riesgo con lo que concluyeron que una relación lineal dosis-respuesta sería la mejor aproximación incluso a bajas dosis. (Lope, 2007)

2.2.2 Poder de penetración de las radiaciones ionizantes

La radiación ionizante tiene propiedades penetrantes, existen diferentes tipos de radiaciones según su interacción con la materia. Los rayos alfa de origen natural son frenados por un par de hojas de papel o unos guantes de goma. Los rayos beta son detenidos por unos pocos centímetros de madera. Los rayos gamma y los rayos x, según sus energías, exigen un blindaje grueso de material pesado como hierro, plomo u hormigón. (Quezada, C, 2009)

Ilustración 2.3. Poder de Penetración de las Radiaciones Ionizantes



Nota: Quezada, C. (2009). Las Radiaciones Ionizantes.

2.2.3 Equipos de medición de las radiaciones ionizantes

El ser humano carece de órganos sensoriales como para poder detectar la radiación, lo que nos hace dependientes de los instrumentos para determinar la presencia de radiaciones ionizantes en nuestro entorno.

2.2.3.1 Dosímetros

El objetivo de la dosimetría personal externa es estimar las dosis recibidas en todo el cuerpo, en la piel o en las extremidades de las personas expuestas a las radiaciones ionizantes y comparar estas estimaciones con los límites establecidos en la legislación vigente y los recomendados por organizaciones internacionales. (Tomasina, Laborde, Spontón, Blanco, & Pintado, 2009)

El elemento que permite estas evaluaciones es un detector de características especiales que es utilizado permanentemente por el trabajador durante su trabajo, este detector se llama "Dosímetro".

Existen dosímetros que requieren de un procesamiento para obtener la información y otros de lectura directa. El tipo a utilizar depende de las operaciones que realice el trabajador. Asimismo, los

períodos de control varían dependiendo de los niveles de dosis previstas y del tipo de dosímetro. (Quezada, 2009)

Los dosímetros según su mecanismo:

- Ionización de gases
- Ennegrecimiento de películas fotográficas
- Termoluminiscencia

2.2.3.2 Dosímetros de termoluminiscencia

Al atravesar ciertos materiales la RI, hace que sus electrones más exteriores queden atrapados en su estructura. Estos electrones luego al aplicarles calor vuelven a su estado inicial y producen luz lo que será proporcional a la cantidad de partículas depositadas. Son los detectores más baratos, de fácil lectura y los más utilizados en la actualidad (García M. , 2008)

2.2.3.3 Ionización de gases

Las RI al atravesar un gas provocan ionización de sus átomos dando iones positivos y electrones negativos, pasando de aislante a conductor. Midiendo la corriente eléctrica se sabrá la intensidad de la radiación. (Villanueva, 2000)

2.2.3.4 Ennegrecimiento de películas fotográficas

La dosimetría de película está basada en el hecho de que las emulsiones fotográficas son ennegrecidas por la radiación ionizante, debido a una reacción química. Es un sistema de lectura indirecta puesto que para medir la dosis registrada en el mismo es necesario recurrir a un proceso de revelado. El grado de ennegrecimiento, llamado densidad óptica se mide con un fotodensitómetro. (USAC, 2005)

2.2.4 Valores límite permisible

Al tiempo que transcurre entre la exposición y la aparición del efecto de la radiación se le denomina período de latencia. Existe una dosis umbral para cada efecto biológico y se le define como la dosis mínima de radiación que produce el efecto. (Gallegoz D, 2008)

Tabla 2.1. Límite de dosis para la exposición ocupacional

LÍMITES ANUALES DE DOSIS PARA LOS TRABAJADORES PROFESIONALMENTE EXPUESTOS (en mSv)		
Tipo de exposición	Reglamento Prot. Sanitaria (ref. 6)	Recomendaciones ICRP (ref. 2) y Directiva Europea 96/29 (ref. 7)
Exposición homogénea cuerpo entero o Dosis Efectiva	50	100 en 5 años ⁽¹⁾ 50 máximo anual
Cristalino	150	150
Piel, manos, antebrazos, tobillos, o cualquier otro órgano individual	500	500
Mujeres en edad de procrear	13 mSv al trimestre	Igual que a los hombres
Mujeres gestantes (dosis al feto)	10 mSv total	2 mSv total

Nota: OIT (1999), Protección de los trabajadores frente a la radiación

La dosis máxima permisible en cambio consiste en la máxima dosis a la que de acuerdo con los conocimientos actuales se espera que no cause ninguna lesión o afectación apreciable en el individuo irradiado y se expresa como dosis permitida anual, la cual suele ser revisada periódicamente y varía cuando se refiere a exposiciones de cuerpo entero o a exposiciones localizadas o cuando se refiere a trabajadores ocupacionalmente expuestos.

Se considera como trabajadores profesionalmente expuestos a aquellas personas que en el desarrollo de su trabajo son susceptibles de recibir dosis superiores a un décimo de cualquiera de los límites anuales de dosis y que por ley están obligados a usar un dosímetro. (Cherry, 2001)

2.2.5 Efectos biológicos de la radiación ionizante

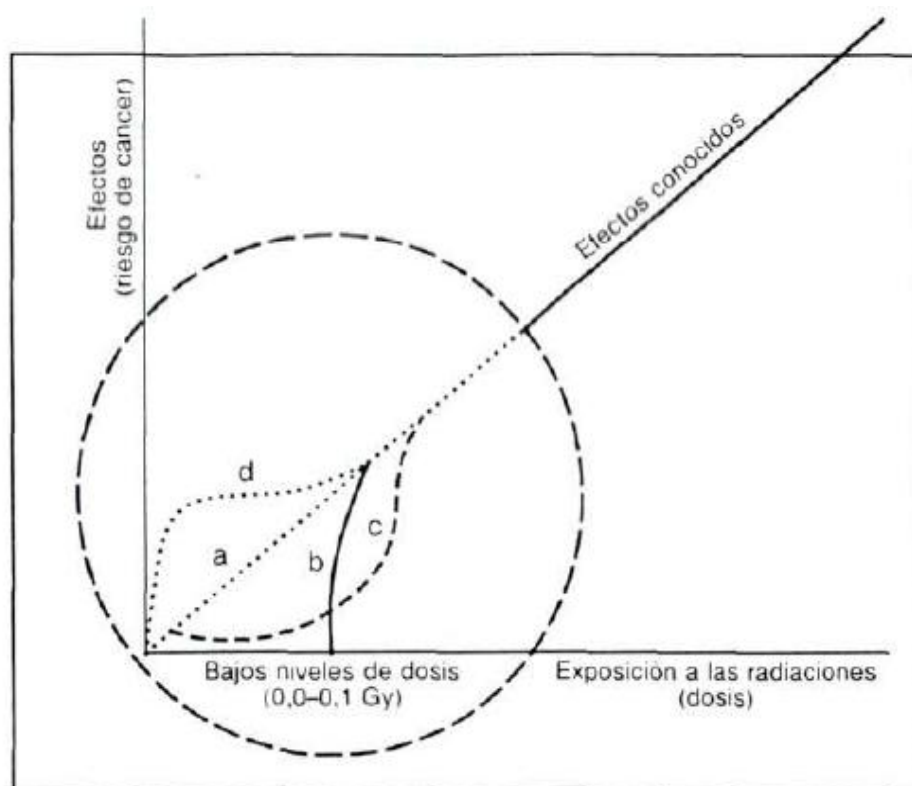
Los tejidos de los seres vivos son sensibles a las radiaciones ionizantes, produciendo alteraciones que pueden ser de tipos somáticos, genéticos o ambos. En particular las células sufren desequilibrios en los enlaces químicos de sus moléculas constituyentes, destruyendo o alterando su función. (Salud C. I., 2005)

A falta de datos concluyentes, este fundamento teórico rige las evaluaciones de los efectos que tiene sobre la salud la exposición a la radiación ionizante de bajo nivel. Las tasas de dosis que se estudian

en este sentido son muchas veces menores que las tasas más bajas para las que se han documentado claramente efectos (incluso el riesgo carcinógeno). (Villanueva, 2000)

Los tipos comunes de cáncer, tales como el cáncer de mama en la mujer, de pulmón, del sistema gastrointestinal y la leucemia, pueden ser inducidos por varios agentes. La naturaleza de los cánceres inducidos por agentes químicos no es clínicamente diferente a la de los inducidos por radiación ionizante. Esto se ha comprobado mediante investigaciones de la biología y la genética de las células, en particular, de las funciones de las células y del ácido desoxirribonucleico (ADN), que es la base química y molecular de la herencia. (Lope, 2007)

Ilustración 2.4.Efectos a bajos niveles de dosis de radiación



Nota: R. Mukherjee y J. Mircheva, (1991), Los efectos radiobiológicos de las radiaciones de bajo nivel y el riesgo de cáncer

Existe similitud entre el daño molecular (lesiones) que ocasiona al ADN la radiación y el que ocasionan los productos químicos. En ambos casos las células afectadas pueden reparar el daño completa o parcialmente o pueden morir, según sea la magnitud de la exposición y el daño. Las células dañadas que sobreviven pueden actuar como "estímulos proliferativos" e iniciar una

transformación carcinógena. La acción de factores externos y/o genéticos, como por ejemplo sustancias presentes en los alimentos o genes virales llamados oncogenes, podrían acelerar el proceso. La probabilidad estadística de que este proceso de cáncer de varias etapas ocurra en una línea celular determinada es una función de todos esos factores y sucesos. Se estima que a dosis y tasas de dosis de radiación bajas, el riesgo de que se inicie el proceso cancerígeno es pequeño dada la eficacia de la capacidad de reparación inherente de las células. (Sánchez Pacheco, 2008)

2.2.5.1 Radiosensibilidad

La radiosensibilidad es la magnitud de respuesta de las estructuras biológicas, provocada por las radiaciones ionizantes. Un elemento biológico es más sensible cuanto mayor es su respuesta a una dosis determinada de radiación. El elemento biológico es más radiosensible cuando necesita menos dosis de radiación para alcanzar un efecto determinado. No existe célula ni tejido normal o patológico radioresistente de forma absoluta; pues si se aumenta ilimitadamente la dosis, siempre se puede alcanzar su destrucción. Administrando dosis mínimas en órganos o tejidos, se observaran diferentes grados de alteraciones morfológicas o funcionales, según las líneas celulares de que se trate. (Alegre, 2001), (USC, 2003)

2.2.5.1.1 Escala de radiosensibilidad

Las células presentan diferente grado de sensibilidad a la radiación, según la estirpe o línea celular. Tomando como punto de referencia, la muerte celular, pueden clasificarse en cinco grupos de mayor a menor sensibilidad: (Radiobiología, 2009), (Tomasina, Laborde, Spontón, Blanco, & Pintado, 2009)

1. Muy radiosensibles: leucocitos, eritroblastos, espermatogonias.
2. Relativamente radiosensibles: mielocitos, células de las criptas intestinales, células basales de la epidermis.
3. Sensibilidad intermedia: células endoteliales, células de las glándulas gástricas, osteoblastos, condroblastos, espermatoцитos, etc.
4. Relativamente radioresistentes: granulocitos, osteocitos, espermatozoides, eritrocitos.
5. Muy radioresistentes: fibrocitos, condrocitos, células musculares y nerviosas.

2.2.5.1.2 Leyes de radiosensibilidad

La radiosensibilidad celular está regida por una serie de determinantes que han sido estudiados y aplicados a todas las células del organismo, enunciándose unas leyes biológicas, que conceden mucha importancia a la actividad mitótica, siendo las más importantes: (ICRP, 2007) (radiológica),(Olivella, 2001)

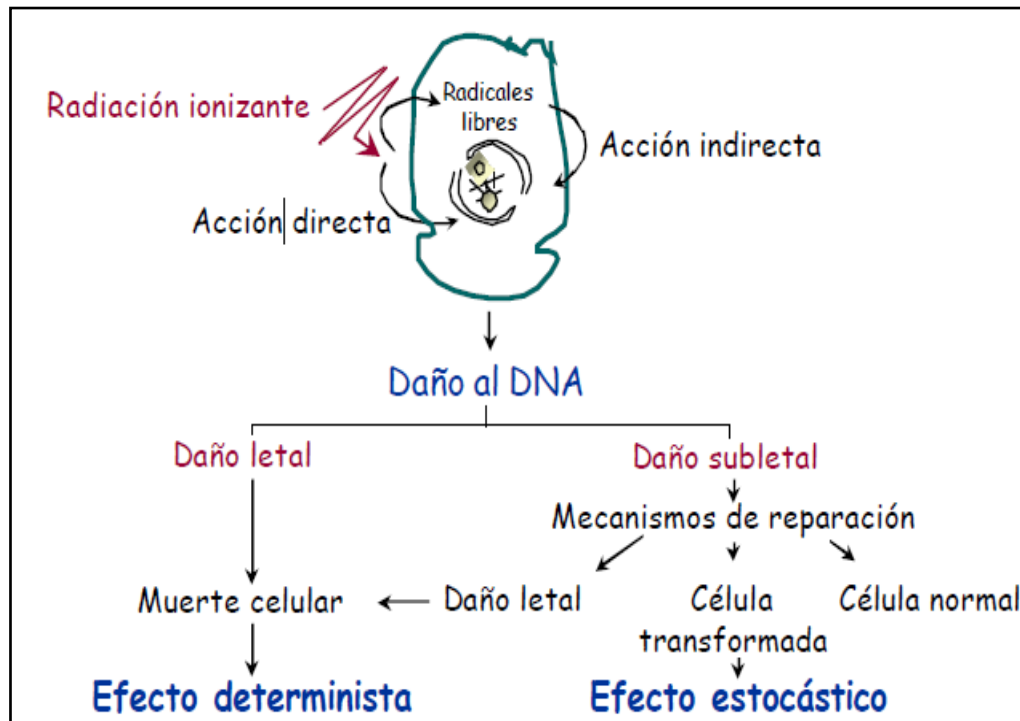
- **Ley de Bergonié y Tribondeau:** Está basada en la observación de irradiaciones sobre células testiculares, y en función de la actividad mitótica y diferenciación celular, se establecen los siguientes puntos:
 1. Una célula es tanto más radiosensible, cuanto mayor es su actividad reproductiva.
 2. Una célula es tanto más radiosensible, cuanto más largo sea su porvenir de división, es decir, cuantas más divisiones deba cumplir en el futuro.
 3. Una célula es tanto más radiosensible, cuanto menos diferenciadas estén desarrolladas sus funciones.
- **Ley de Ancel y Vitemberg:** La sensibilidad de toda célula que ha de experimentar lesiones por radiación es la misma, pero el tiempo que tardan en aparecer las lesiones inducidas, varía según los distintos tipos de células. Los factores que influyen en el tiempo que tardan en aparecer las lesiones radioinducidas son:(Olivella, 2001), (ICRP, 2007), (Alegre, 2001)
 1. El estrés biológico que actúa sobre la célula. La actividad reproductiva representa un estrés biológico considerable.
 2. Las condiciones en que se encuentra la célula en el periodo de pre y post radiación.
 3. Ciclo celular: la situación de la célula en el momento en que se produce la irradiación, es un factor biológico que influye notablemente en la radiosensibilidad, así las células durante la fase de mitosis son más radiosensibles que durante la fase de síntesis.
 4. Radiosensibilidad hística: aunque la radiosensibilidad de un tejido es similar a la de las células que lo forman, no es una expresión directa de la misma, a lo que contribuyen varios factores. Un tejido u órgano está formado por dos componentes: el parénquima (compartimento que contiene las células características del tejido en cuestión) y el formado por tejido conjuntivo y vasos (mesénquima). Los dos tienen distinta radiosensibilidad. La

complejidad del funcionamiento de un tejido, implica que en todo momento, coexisten en él, células en actividad mitótica, en reproducción y con buena o mala oxigenación.

2.2.6 Clasificación de los efectos producidos por la radiación

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICPR) clasifica los efectos producidos por la radiación en Efectos Deterministas y Efectos No Deterministas según sean las características de las lesiones producidas por la radiación ionizante:

Ilustración 2.5. Efectos producidos por radiación ionizante



Nota: ICPR (2007), Clasificación de los efectos producidos por la radiación

2.2.6.1 Efectos deterministas:

Los efectos o lesiones deterministas se caracterizan porque su gravedad depende de la dosis de radiación absorbida. Existe una dosis umbral, por debajo de la cual no se produce el efecto o las lesiones, o si éstos se producen serán de escasa gravedad. Cuanto mayor sea la dosis de radiación recibida más grave será la lesión producida. Los efectos deterministas nunca son hereditarios, son siempre efectos somáticos, aunque pueden afectar a las poblaciones de células germinales (ej. la irradiación de gónadas conduce a esterilidad, permanente o temporal, tanto en el hombre como en la mujer). (Mejía, Botero, & Bermudez, 2009)

2.2.6.2 Efectos no deterministas:

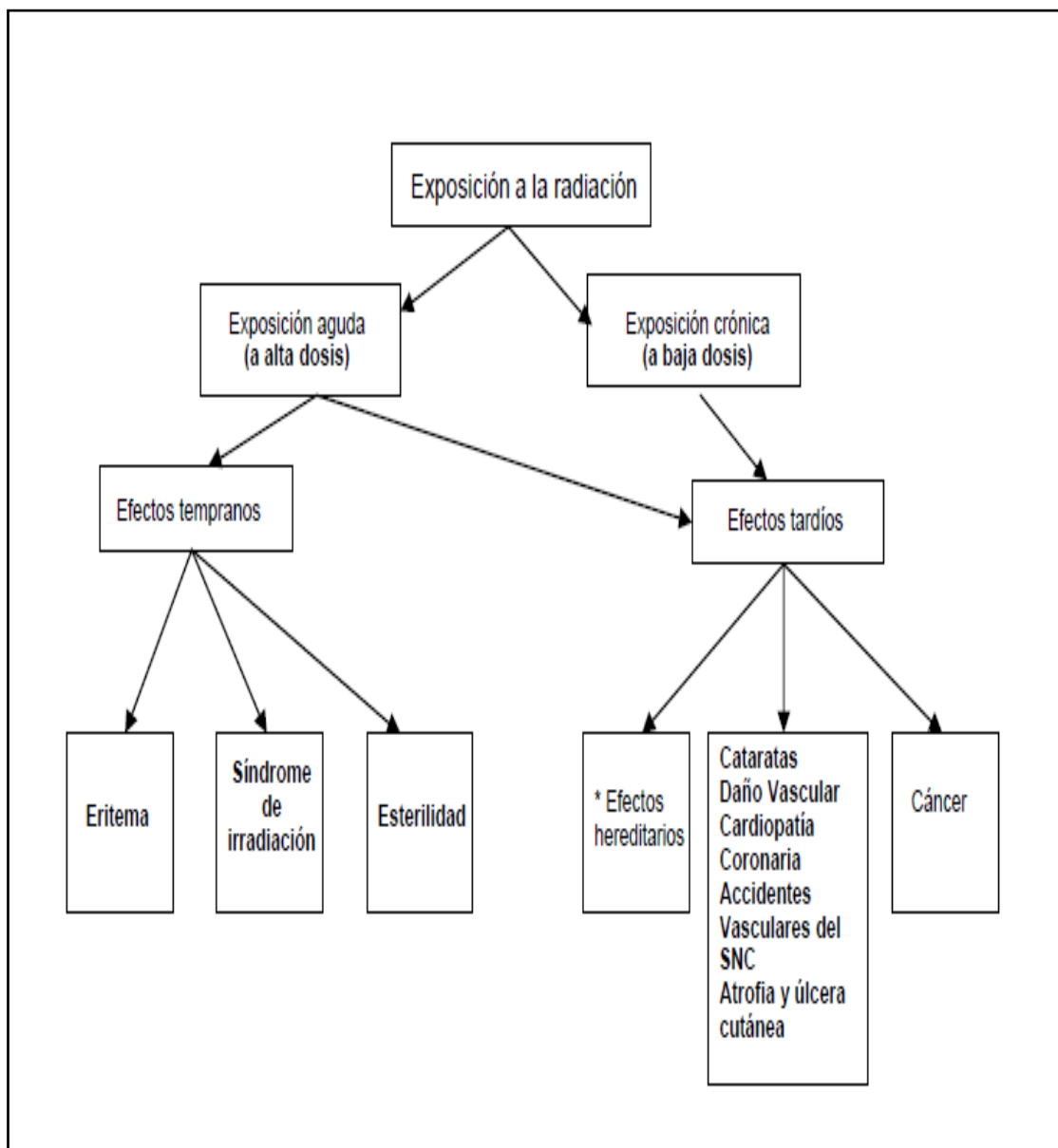
Los efectos no deterministas, por el contrario, se caracterizan porque la probabilidad de que se manifieste el efecto, pero no su gravedad, depende de la dosis de radiación recibida. Estos efectos se relacionan con la aparición de mutaciones tanto en células somáticas como en germinales. Así pues, habrá efectos estocásticos o No deterministas debidos a mutaciones en células somáticas (ej. cáncer); y efectos estocásticos o No deterministas genéticos por mutaciones en células germinales (ej. malformaciones fetales). La gravedad de los efectos No deterministas, una vez se manifiestan, es independiente de la dosis de radiación recibida, y los efectos serán igual de graves si se han recibido dosis altas o bajas. Sin embargo, la probabilidad de que aparezcan en las poblaciones irradiadas será mayor cuanto mayor sea la dosis de radiación recibida.(Negrón, 2008), (Balseiro)

El cáncer o los cambios hereditarios pueden iniciarse con la modificación de la información genética de la célula, por alteración de genes específicos. Estos efectos pueden presentarse por una simple sobreexposición alta o por una exposición baja continua durante largo tiempo. Esta puede ser por irradiación externa o por inhalación o ingestión de un radioisótopo, el que es procesado por el cuerpo de acuerdo a su comportamiento químico, pudiendo alojarse en ciertos órganos o tejidos. (Vivallo, Villanueva, & Sanhueza, 2005)

Entre los efectos tardíos se tiene el cáncer que frecuentemente ataca al sistema hematopoyético, tiroides, hueso y piel. El tumor puede aparecer unos 5 a 20 años después de la sobreexposición. Los datos para casos de bajas dosis no son concluyentes, por ello se extrapola los datos obtenidos con dosis altas. (Mejía, Botero, & Bermudez, 2009), (Gonzales, 2000)

Los efectos estocásticos ocurren cuando la célula es modificada por daño a su ADN pero permanece viable, en tanto que el daño puede eventualmente ser expresado a través de la proliferación celular. Dos efectos estocásticos de preocupación son el cáncer, luego de un período de latencia de varios años (2-10 para leucemia, 10-40 para tumores sólidos) y las enfermedades hereditarias severas. Cualquier acortamiento del promedio de vida por exposición a bajas dosis es atribuible a desarrollo de cáncer. El riesgo de cáncer (más que las enfermedades hereditarias severas) es la preocupación principal de los sistemas de protección radiológica para el staff y los pacientes. (Nuñez, 2005)

Ilustración 2.6.Resumen de los principales efectos biológico de las radiaciones ionizantes



Nota: Núñez (2005), Efectos no deterministas

2.2.7 Efectos de bajas dosis de radiación ionizante

Plantea gran controversia, ya que en la actualidad no ha sido posible establecer la curva de dosis respuesta en límites bajos por lo que en la mayoría de los cálculos se basan en extrapolaciones de experiencias con dosis mayores. Aunque se ha desarrollado anomalías en el desarrollo con dosis desde y tumores con dosis menores a 10 cGy resulta un extremo difícil establecer la relevancia práctica de los fenómenos con dosis bajas. Datos actuales sugieren que una exposición

baja acumulativa de (50 a 100 mSv) es carcinogénica, pero el riesgo depende de la dosis total, del tipo de cáncer y de la edad de la exposición. (Lope, 2007)

2.2.8 Factores de los cuales depende el efecto biológico de las radiaciones

Los daños celulares producidos por la radiación dependen de diversos factores como el tipo de radiación, la cantidad de energía depositada por volumen de tejido, la velocidad a la cual la energía es depositada, la forma en la que la energía se distribuye a través de los tejidos y el tiempo en el que la dosis es acumulada. (Lope, 2007)

Los efectos biológicos dependen también de los factores propios del individuo expuesto tales como la edad, sexo, estado de salud, tejido irradiado, etc.

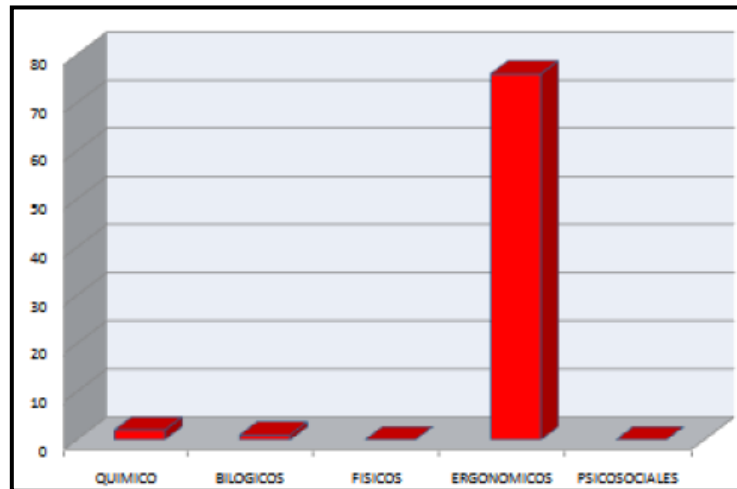
Respecto de la edad mientras más joven es el individuo mayor es el efecto deletéreo, debido a que sus células tienen tasa de reproducción más alta. Respecto del sexo, la mujer es más radiosensible dado que, a diferencia del hombre sus células germinales no se renuevan durante su vida y un daño en éstas tiene más probabilidades de repercutir en su prole. Asimismo durante el embarazo el feto es extremadamente sensible a las radiaciones debido a que sus células son indiferenciadas y están en constante reproducción. (Salud C. I., 2005)

2.2.9 Exposición ocupacional

Los radiólogos, radiógrafos y otros profesionales médicos constituyen la primera evidencia real del incremento del riesgo de leucemias como consecuencia de la exposición a radiaciones ionizantes. Posteriores estudios epidemiológicos han mostrado también un exceso de mieloma múltiple, leucemias, cáncer de piel, páncreas, pulmón, mama, tiroides y huesos en estos trabajadores. (ATSDR, 1999)

El riesgo de una enfermedad se hace presente cuando se produce un desequilibrio entre el ambiente y el hombre, lo que significa que la salud del individuo está en peligro. Entendiéndose en este caso por salud “El completo estado de bienestar físico, social y mental de los individuos y no solo la ausencia de enfermedades” (OMS) (INP Sector Activo, Área de Higiene Industrial, 2006)

Ilustración 2.7.Enfermedades profesionales por factor de riesgo -2011



Nota: IEES. SGRT, (2011). Informe de actividades. Arq. Juan Vélez Andrade, Director del Seguro General de Riesgos del Trabajo.

2.2.10 Efectos biológicos

Los efectos biológicos originados por la exposición a las radiaciones ionizantes resultan de la interacción de las partículas (electrones, protones, partículas alfa e iones más pesados) o las ondas electromagnéticas (rayos X o Gamma) con las macromoléculas biológicas. La interacción más importante es con el ácido desoxirribonucleico (ADN) constituyendo el blanco de preferencia afectado por las radiaciones ionizantes. (Tomasina, Laborde, Spontón, Blanco, & Pintado, 2009)

Estas lesiones pueden ser de dos tipos: las macrolesiones, que se producen cuando la doble cadena de ADN es seccionada en puntos, tanto más numerosos cuanto mayor sea la dosis de radiación, dando lugar a las alteraciones cromosómicas que son visibles. También estas lesiones dependen de la calidad de la radiación y en general, incrementan con la Transferencia Linear de la Energía (LET) de la radiación y las microlesiones que ocurren a nivel de la estructura química de los componentes fundamentales del ADN produciéndose las llamadas mutaciones génicas. (Valecillos, Fernández, & Rojas, 2004)

El análisis cromosómico a partir de linfocitos en sangre periférica constituye un buen indicador biológico para evaluar los efectos deletéreos de la radiación ionizante sobre el hombre. Se ha reportado daño cromosómico en pacientes con Espondilitis Anquilosante que recibían terapia con rayos X por cinco años o más y en los japoneses irradiados con la bomba atómica, luego de 17 o 18 años de la exposición.(Mercadel& Desoille, 1993)

Epidemiológicamente se ha establecido que las radiaciones ionizantes, tienen la capacidad de inducir mutaciones somáticas e incrementar la frecuencia de aparición de muchos tipos de tumores. Desde los inicios del desarrollo de la Citogenética, se conoce que los pacientes con anomalías cromosómicas presentan una mayor predisposición a sufrir de algún tipo de cáncer. De igual manera, los llamados sitios frágiles y las rupturas cromosómicas, se han implicado en la aparición de enfermedades neoplásicas en el humano. Se encontró que el hábito tabáquico permaneció como un predictor significativo e independiente para rupturas inducidas por célula en un modelo que incluyó edad, sexo, etnicidad, hábito tabáquico y uso de alcohol. Tanto el hábito tabáquico como el consumo de alcohol fueron predictores (positivos) significativos para las rupturas inducidas por célula. (Otero, 1993)

2.2.10.1 Efectos sobre el ADN.

Cualquier molécula de la célula puede ser alterada por la radiación, pero el ADN es el blanco biológico más crítico, debido a la redundancia limitada de la información genética que contiene. Una dosis absorbida de radiación lo bastante grande para matar la célula media en división 2 gray (Gy) basta para originar centenares de lesiones en sus moléculas de ADN. La mayoría de estas lesiones son reparables, pero las producidas por una radiación ionizante concentrada (por ejemplo, un protón o una partícula alfa) son en general menos reparables que las generadas por una radiación ionizante dispersada (por ejemplo, un rayo X o un rayo gamma). Por lo tanto, las radiaciones ionizantes concentradas (alta TLE) tienen por lo común un mayor efecto biológico relativo que las radiaciones ionizantes dispersadas (baja TLE) en casi todas las formas de lesión. (Mercadel & Desoille, 1993), (Gonzales, 2000)

2.2.10.2 Efectos sobre los genes.

El daño del ADN que queda sin reparar o es mal reparado puede manifestarse en forma de mutaciones, cuya frecuencia parece aumentar como una función lineal de la dosis, sin umbral, en alrededor de 10^{-5} a 10^{-6} por locus y por Gy. El hecho de que la tasa de mutaciones parezca ser proporcional a la dosis se considera indicativo de que una sola partícula ionizante que atraviese el ADN es suficiente, en principio, para causar una mutación. (Otero, 1993)

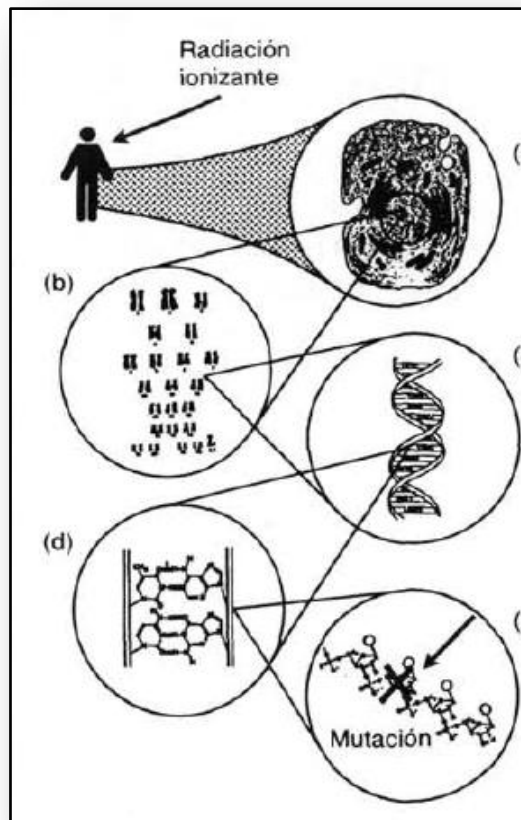
2.2.10.3 Efectos sobre los cromosomas.

Las lesiones por radiación del ADN pueden causar también cambios en el número y la estructura de los cromosomas, modificaciones cuya frecuencia se ha observado que aumenta con la dosis en trabajadores expuestos, en supervivientes de la bomba atómica y en otras personas expuestas a la radiación ionizante. La relación dosis-respuesta para las aberraciones cromosómicas en linfocitos de

sangre humana se ha determinado con bastante exactitud, de manera que la frecuencia de aberraciones en esas células puede servir de dosímetro biológico útil.

Cuando la radiación incide sobre una célula, se produce una trayectoria de ionización que puede afectar a cualquiera de sus componentes. Sin embargo, la mayoría de los efectos biológicos radioinducidos son consecuencia de la interacción directa o indirecta de la radiación con el núcleo de la célula, debido a las repercusiones que tiene para ésta el daño de la molécula de ADN. (Cherry, 2002)

Ilustración 2.8. Efectos sobre los cromosomas



Nota: Cherry (2001), Efectos sobre los cromosomas

2.2.11 Efectos en la médula ósea

En la médula ósea se encuentran las células madre precursoras de la hematopoyesis, que son células autorrenovables y totipotenciales. Estas células darán origen a otras líneas celulares que progresivamente se irán diferenciando hacia cualquier línea linfohematopoyética de la sangre periférica. Las células madre forman otros precursores comprometidos (cada vez más diferenciados)

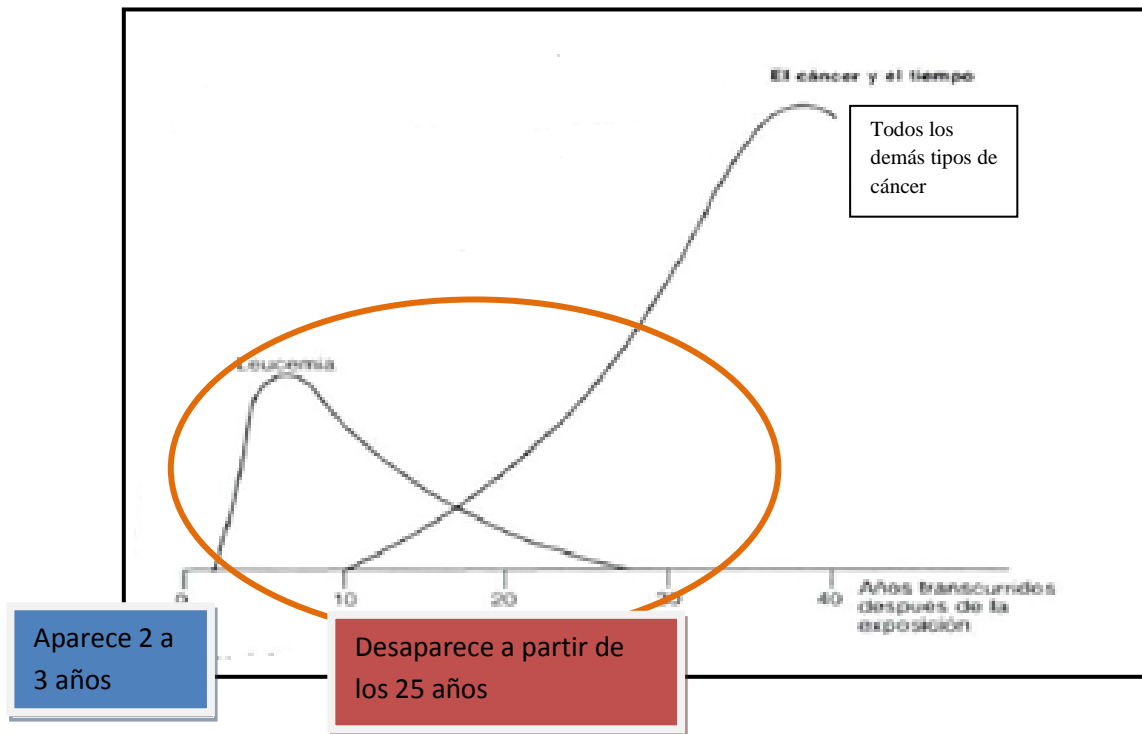
que dan origen a las distintas células funcionales que son transportadas hacia el torrente sanguíneo (hematíes, plaquetas y linfocitos). (Mukherjee & Mircheva, 1991)

Dado que cumplen todos los requisitos de radiodensibilidad celular enunciados por Bergonié y Tribondeau, dosis relativamente pequeñas de radiación ionizante pueden provocar la “depopulación” o despoblación de las células que constituyen la médula ósea. La elevada susceptibilidad a la radiación de las células madre y precursores comprometidos es la causa del denominado “síndrome hematopoyético de la radiación”. La parada proliferativa de estas células conduce a un bloqueo de la hematopoyesis. Así, conforme las células sanguíneas tengan que ser renovadas, la médula ósea no podrá compensarlas y dará lugar a una caída en el número de células circulantes. (Viteri, 2008)

En términos generales, hasta el momento los estudios realizados con sobrevivientes de la bomba atómica han mostrado un aumento de la mortalidad entre esa población a consecuencia de varios tipos de cáncer. Se ha observado que la aparición de procesos malignos sigue una pauta determinada en cuanto al tiempo transcurrido desde la exposición a la radiación. Primero aparece la leucemia tras un período latente corto de dos o tres años aproximadamente, alcanza una frecuencia máxima alrededor de los seis u ocho años, y luego decrece y casi tiende a desaparecer a los 25 años más o menos de haberse producido la exposición. (Mukherjee & Mircheva, 1995)

.

Ilustración 2.9. Estudios epidemiológicos



Nota: R. Mukherjee y J. Mircheva, (1991) Los efectos radiobiológicos de las radiaciones de bajo nivel y el riesgo de cáncer.

2.2.12 Fragilidad cromosómica

La fragilidad cromosómica se define como una tendencia mayor de los cromosomas a presentar espaciamentos (gaps) o roturas (breaks) espontáneos o inducidos. (Osorio, 2001)

Los sitios frágiles se clasifican basados en su frecuencia poblacional en tres grupos principales:

Raros: que están presentes en un individuo por varios cientos de personas. Podrían ser exclusivos de la familia del paciente y no presentarse en otros grupos.

Intermedios: de los cuales existen dos más frecuentes en una población determinada.

fra (10q25) 2,5% de los individuos

fra (16q22) 1 – 5% de los individuos

Comunes: son universales y forman parte de la arquitectura cromosómica normal; por lo tanto, todos los individuos los portamos de forma normal en nuestros cromosomas. (Escribano & Castillo, 2006)

El ser humano introduce continuamente al ambiente miles de nuevas sustancias químicas para diversos usos, producción agrícola, industria química, producción de energía, medicina, etc. El potencial tóxico real de algunas de estas sustancias no es analizado para efectos a largo plazo, lo que ha provocado que grupos de personas expuestas, sobre todo por razones laborales, sufran las consecuencias negativas de dichas exposiciones. (Osorio, 2001)

La fragilidad cromosómica juega un papel importante en la predisposición a desarrollar cáncer, ya que se ha relacionado con la producción de reestructuraciones cromosómicas complejas, tipo translocaciones, pérdida de regiones reguladoras de genes y activación de protooncogenes.

El porcentaje normal de fragilidad cromosómica considerada es del 5 al 10%.

Los pacientes con niveles superiores se realizan controles cada 6 meses y un año de acuerdo a su porcentaje. (Yépez, Espin, & Ocampo, 2009)

2.2.12.1 Test de fragilidad cromosómica

El test de inducción de fragilidad cromosómica constituye una de las pruebas más sensibles para establecer la posibilidad de malignidad en poblaciones de alto riesgo. La posibilidad de utilizar sustancias radiomiméticas como la Aphidicolina y Bleomicina permite localizar sitios frágiles o puntos calientes de daño clastogénico y localización de protooncógenes.

La bleomicina actúa como alquilanteradiomimético, produciendo inhibición de la síntesis y rupturas de la cadena de ADN en cultivos celulares, así como también inhibe la mitosis.

La ruptura del ADN se produce preferentemente en las regiones ricas en timina, citosina, adenina y guanina con más avidez sobre los sitios G-C y G-T, lo que ocasiona liberación de las bases nitrogenadas, radicales libres e hidrolasas, degradación del nucleosoma, ruptura de uniones fosfodiéster, destrucción de la desoxirribosa e inhibición de los precursores de ADN y síntesis de proteínas. (Escribano & Castillo, 2006)

2.2.13 Radiaciones ionizantes y cáncer

Las radiaciones ionizantes se comportan como un cancerígeno demostrado, dosis-dependiente y sin un umbral establecido para la exposición a pequeñas dosis, incluso cotidianas, que pueden llegar a desencadenar un cáncer al acumularse. (Cueva & Yepes, 2009)

Solo una pequeña fracción de las muertes por cáncer se pueden atribuir a la radiación. La información relativa al cáncer o a los defectos hereditarios inducidos por la radiación a bajas dosis no es concluyente, siendo esta una cuestión abierta a la discusión científica, ya que esta información

se ha obtenido de extrapolar los riesgos conocidos producidos por dosis altas, al campo de las dosis reducidas, por eso los organismos internacionales en forma prudente sostienen la inexistencia de umbral para la aparición de cánceres o de efectos hereditarios. (Mukherjee & Mircheva, 1991)

Como consecuencia de la elevada radiosensibilidad de los precursores hematopoyéticos, dosis moderadas de radiación ionizante pueden provocar una disminución de la actividad proliferativa de las células correspondientes a los dos primeros compartimentos, lo que se traduce al cabo de un corto periodo de tiempo en un descenso del número de células funcionales de la sangre. (Gallegos, 2008)

2.2.14 El cáncer hematológico y las radiaciones ionizantes

Radiación total con dosis pequeñas y repetidas. Observada en radiólogos, personal auxiliar de radiología y trabajadores de centrales nucleares, minas. La principal consecuencia es la anemia aplásica por lesión de la médula ósea, esterilización por agresión a gónadas, mayor riesgo de leucemia y otros tumores. Un efecto muy importante es la acción sobre la descendencia con mayor riesgo de abortos, malformaciones congénitas y mutaciones en genes que desencadene la transmisión de enfermedades hereditarias. (Tomasina, Laborde, Spontón, Blanco, & Pintado, 2009)

El riesgo de Leucemia aumenta en relación a exposiciones a RI, desde 50 a 100 cGy y hasta los 500 con latencias de entre 4 a 7 años que pueden llegar inclusive hasta los 14 años. (Mukherjee & Mircheva, 1991)

Exposiciones más bajas o subletales pueden llevar a citopenias que a pesar de afectar los precursores de la médula ósea, tienden a recuperarse gradualmente.

El intervalo entre la exposición y la posibilidad de padecer leucemia varía de 8 a 18 años. Los efectos de las RI, dependen de múltiples factores como el tipo de radiación, la dosis, la duración de la exposición. (Viteri, 2008)

2.3 FUNDAMENTO LEGAL LEGISLACIÓN APLICABLE

2.3.1 Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del medio Ambiente de trabajo

Capítulo V:

Medio Ambiente y Riesgos Laborales por factores físicos, químicos y biológicos:

Artículo 62: Radiaciones Ionizantes:

Solamente las personas que estén debidamente autorizadas mediante licencia concedida por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica puede trabajar en las áreas de radiaciones.

Las dosis máximas permisibles de radiaciones ionizantes son las que indican en el Reglamento de Seguridad Radiológica.

Toda persona que ingrese a un puesto de trabajo sometido al riesgo de radiaciones ionizantes se someterá a un examen médico apropiado.

Periódicamente los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes deberán someterse a exámenes médicos específicos. También se efectuarán reconocimientos médicos cuando sufran una sobredosis a estas radiaciones

2.3.2 Reglamento de Seguridad Radiológica

41. Exposición ocupacional. Toda exposición de los trabajadores recibida durante el trabajo, con excepción de las exposiciones excluidas del ámbito del reglamento y de las exposiciones causadas por fuentes o prácticas exentas por el reglamento.

59. Licencia. Autorización concedida por la Autoridad Nacional a una entidad, instalación o un individuo en base a una evaluación de seguridad y complementada con requisitos y condiciones específicas que debe cumplir el titular licenciado.

60. Límites anuales de dosis. Valores de la dosis efectiva o equivalente causada a los individuos por prácticas controladas, que no deben ser rebasadas en un año.

Capítulo III de la exposición ocupacional

Artículo 30. Los trabajadores que realicen su trabajo normal u ocasional en áreas controladas y puedan recibir exposición ocupacional significativa, deben estar sometidos a vigilancia radiológica individual obligatoria, mediante sistemas acreditados y en conformidad con las disposiciones específicas de la Autoridad Nacional.

CAPITULO III

DE LOS REGISTROS Y REPORTE

Artículo 117. Los titulares de registro o licencia deberán mantener registros de la exposición de trabajadores evaluados dosimétricamente, así como de los datos resultantes de la vigilancia

radiológica operativa y ambiental, conforme al modo y forma que lo establezca específicamente la Autoridad Nacional.

Título Séptimo

Capítulo IV

Control del Estado de Salud del Personal que trabaja con Radiaciones

Art. 112 Exámenes médicos del personal; El personal directamente involucrado en trabajos con radiaciones ionizantes se sujetará a las siguientes disposiciones:

Toda persona que trabaje por primera vez en el campo de las radiaciones cualquiera que sea sus responsabilidades tienen que someterse a un examen médico adecuado antes de iniciar sus tareas, practicado por un profesional del departamento de Riesgos del Trabajo del IESS.

El personal que se encuentra laborando en el campo de las radiaciones se someterá anualmente a un examen médico.

ANEXO I

LIMITES DE DOSIS

1. Las dosis de los trabajadores expuestos ocupacionalmente deben limitarse de modo que no excedan:

a) 20 mSv de dosis efectiva en un año, como promedio, en un período de 5 años consecutivos, b) 50 mSv de dosis efectiva en un año, siempre que no sobrepase 100 mSv en 5 años consecutivos, c) 150 mSv de dosis equivalente en un año, en el cristalino, d) 500 mSv de dosis equivalente en un año, para la piel y extremidades. (**Siervet (Sv)**: Unidad de la dosis equivalente y de la dosis efectiva en el Sistema Internacional de Unidades $1\text{Sv}=1\text{J/Kg}$. La unidad antigua es el Rem. $1\text{Sv}= 100 \text{ REM}$)

2.3.3 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

Capítulo III

Gestión de la Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo

Obligaciones de los empleadores

Artículo 11: En todo lugar se deberán tomar las medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse para el logro de este objetivo en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial.

Artículo 14: los empleadores serían responsables de que los trabajadores se sometan a los exámenes médicos de preempleo, periódicos y de retiro acorde con los riesgos a que estén expuestos en sus labores.

2.3.4 Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo (C.D. 390)2011-11-21. : Capítulo I

Artículo 4: Se consideran agentes específicos que entrañan riesgo de enfermedad profesional a los siguientes:

Agentes físicos. Numeral2: Radiaciones Ionizantes: Rayos X, Radium, e isótopos radiactivos.

Artículo 6: Al considerar a las enfermedades profesionales se asocia a las radiaciones ionizantes con afecciones de los órganos de los sentidos, con dermatosis profesionales, con afecciones carcinomatosas y precancerosas de la piel y los tejidos y del cáncer pulmonar. Además se relaciona con Leucemia y Aplasia medular.

Art. 12. Factores de Riesgo: Se considera factores de riesgos específicos que entrañan el riesgo de enfermedades profesionales u ocupacional y que ocasionan efectos a los asegurados, los siguientes: mecánicos, químico, físico, biológico, ergonómico y sicosocial

Se considera enfermedades profesionales u ocupacional las publicadas en la lista de la organización Internacional de trabajo, OIT, así como las que determinare la Comisión de Evaluación de incapacidades, CVI, para lo cual se deberá comprobar la relación causa-efecto entre el trabajo desempeñado y la enfermedad aguda o crónica resultante en el asegurado, a base del informe técnico del Seguro General de Riesgos de Trabajo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realizará un estudio de tipo retrospectivo, analítico- estadístico.

3.1.1 Criterios de inclusión

- Pacientes que no tengan ningún tipo de interacción con otros agentes que puedan causar leucopenia.
- Pacientes que estén expuestos a radiaciones ionizantes por más de un año.

3.1.2 Criterios de exclusión

- Trabajadores que pertenezcan al programa de radiaciones, pero no formen parte del personal de salud.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población macro donde se realizará el estudio, corresponde a pacientes que han asistido al Laboratorio Clínico de la Subdirección Provincial Riesgos del Trabajo en el año 2010 y en el año 2011 hasta Febrero del 2012.

La muestra que se tomará de dicha población será aquella que cumpla con los criterios de inclusión y que asistan al laboratorio clínico de la Subdirección Provincial Riesgos del Trabajo en el tiempo establecido.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño que se va a realizar son cuadros comparativos relativos entre los parámetros de estudios.

Dichos parámetros son:

- Tiempo de exposición
- Número de Leucocitos
- Número de Plaquetas
- Porcentaje de fragilidad cromosómica

3.4 TÉCNICA Y EQUIPOS

- Para que los trabajadores sean atendidos en la Laboratorio Clínico deben haber recibido un oficio en el que se indica la el día en el que deben asistir tanto al Laboratorio de genética del Hospital Carlos Andrade Marín como al Laboratorio Clínico, enviado por parte de la encargada del Programa de seguridad y salud ocupacional para trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.
- En el Laboratorio clínico se tomaron los datos necesarios de cada uno de los pacientes, para su posterior toma de muestra.
- Para la realización de Biometrías Hemáticas se contó con un analizador hematológico automático el cual utiliza el método de impedancia que cuenta y calcula el tamaño de células mediante la detección y medición de cambios de la impedancia eléctrica cuando una partícula en un líquido conductor pasa por una pequeña apertura.
- Los datos del 2010 se tomaron de los registros que se encuentran en el Laboratorio.
- Con respecto a los datos del porcentaje de fragilidad cromosómica de los trabajadores que han asistido al Laboratorio Clínico de la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo del IESS de Pichincha fueron obtenidos del Hospital Carlos Andrade Marín del Laboratorio de Genética en el cual utilizan la siguiente técnica:

Se realiza un estudio citogenético en linfocitos de sangre periférica, cultivo en medio RPM1, enriquecido con fito hemaglutinina al que se le añade afidilcolina como agente clastógeno, se cosecha a las 72 horas bajo técnica convencional.

Son analizados al microscopio 50 metafases con tinción G para luego ser revisados en el sistema CVV 4000.(Laboratorio de Genética, HCAM)

- Datos adicionales fueron obtenidos de las fichas médicas de cada uno de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 POBLACIÓN ANALIZADA

La población analizada, está conformada por 217 trabajadores que están expuestos a radiaciones ionizantes, como se muestra en el ANEXO A, a esta se le separó por géneros.

Tabla 4.1. Número total de población analizada

Número total de población analizada	
217	
Hombres	Mujeres
116	101

Ilustración 4.1. Trabajadores expuestos a Radiaciones Ionizantes



INTERPRETACIÓN: De toda la población total analizada 116 pacientes pertenecen al género femenino, que es el 53%, mientras que 101 pacientes corresponden al género masculino que es el 43%.

4.2 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL ANALIZADA EN TIEMPOS DE EXPOSICIÓN

A la población analizada se le distribuye en tiempos de exposición de cinco años en cinco años a partir del primer año de exposición, hasta más de 25 años.

Tabla 4.2. Distribución de la población total en tiempos de exposición

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)	SEXO	N DE TRABAJADORES	PORCENTAJE
1 A 5	MUJERES	39	17,80%
	HOMBRES	18	8,30%
5,1 A 10	MUJERES	17	7,80%
	HOMBRES	16	7,40%
10,1 A 15	MUJERES	15	6,90%
	HOMBRES	29	13,40%
15,1 A 20	MUJERES	22	10,10%
	HOMBRES	19	8,60%
20,1 A 25	MUJERES	15	6,90%
	HOMBRES	8	3,70%
MÁS DE 25	MUJERES	8	3,70%
	HOMBRES	11	5,10%
TOTAL		217	100,00%

INTERPRETACIÓN: Se observa que existen más pacientes expuestos de 1 a 5 años con un porcentaje mayor en el género femenino. De 5.1 a 10 años de exposición existe un porcentaje similar, pero sigue predominando el género femenino. De 10.1 a 15 años de exposición se observa que existe un mayor porcentaje en el género masculino, que en los otros tiempos de exposición. De 15.1 a 20 años de exposición el porcentaje en el género femenino es mayor q en el género masculino. En lo trabajadores expuestos de 20.1 a 25 años de exposición existe un mayor porcentaje en el género femenino, existiendo también el porcentaje más bajo en el género masculino, mientras que un menor porcentaje de pacientes del género femenino están expuestos a más de 25 años.

4.3 ANÁLISIS DE VARIABLES

4.3.1 Leucocitos

Se analizó los valores de leucocitos de la población ocupacionalmente expuesta a radiaciones ionizantes, en cada tiempo de exposición.

Tabla 4.3. Población agrupada según los leucocitos en función del tiempo de exposición de 1 a 15 años

Leu x10 ⁹ /l	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)					
	1 A 5		5,1 A 10		10,1 A 15	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
1	6,66	5,83	5,31	7,8	7,6	6,83
2	6,6	5,61	6,33	8,08	4,91	8,04
3	7,95	5,64	6,25	6,74	5,01	6,25
4	5,38	5,53	6,16	7,23	6,12	7,66
5	8,82	5,53	8,46	4,82	7,9	6,02
6	8,18	7,86	9,35	7,46	5,72	7,09
7	8,69	5,92	6,07	5,71	8,72	5,81
8	6,23	6,22	7,14	5,64	4,14	5,88
9	6,7	4,07	4,47	6,75	6,58	4,72
10	5,4	4,53	5,66	4,53	6,5	6,02
11	7,04	6,74	7,42	6,08	6,5	5,71
12	6,27	5,29	5,1	7,34	4,91	5,71
13	9,92	7,44	5,1	6,95	6,21	6,02
14	6,15	6,32	8,98	6,58	3,15	4,8
15	5,3	4,98	7,45	7,64	7,05	6,72
16	4,8	5,26	8,13	5,89		6,83
17	4,73	5,54	5,02			7,62
18	6,48	4,71				7,02
19	8,26					3,5
20	8,91					6,83
21	5,89					5,15
22	4,82					7,71
23	7,38					4,48
24	5,18					8,08
25	6,28					4,24
26	9,74					11,6
27	6,05					5,97
28	5,18					6,55
29	4,9					7,2
30	6,98					

Continuación...

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)						
Leu x10 ⁹ /l	1 A 5		5,1 A 10		10,1 A 15	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
31	6,94					
32	8,69					
33	8,47					
34	7,18					
35	6,9					
36	7,07					
37	6,39					
38	4,87					
39	6,96					

Tabla 4.4. Población agrupada según los leucocitos en función del tiempo de exposición de 15.1 Más de 25 años

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)						
Leu x10 ⁹ /l	15,1 A 20		20,1 A 25		MÁS DE 25	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
1	5,95	6,36	5,37	6,13	4,63	7,56
2	7,56	3,6	4,8	6,87	6,5	5,88
3	6,14	5,58	7,29	7,05	8,29	5,04
4	5,1	5,47	7,27	5,47	5,97	5,74
5	5,87	6,64	6,65	6,14	5,87	5,97
6	5,71	5,37	5,37	6,04	8,1	6,39
7	5,55	4,08	5,13	6,52	4,2	7,1
8	5,7	6,67	5,8	6,07	6,86	5,72
9	7,97	6,78	3,71			7,44
10	7,57	5,28	7,01			7,5
11	4,85	6,78	5,45			6,63
12	4,6	8,84	6,69			
13	6,48	5,89	5,08			
14	7,7	5,07	8,24			
15	4,35	7,85	5,66			
16	5,47	7,35				
17	6,48	5,89				
18	7,76	6,6				
19		5,89				

Tabla 4.5. Valores de leucocitos en mujeres de 1 a 5 años de exposición

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		1 A 5 años
1	23	6,66
2	45	6,6
3	30	7,95
4	36	5,38
5	23	8,82
6	33	8,18
7	39	8,69
8	35	6,23
9	30	6,7
10	42	5,4
11	31	7,04
12	32	6,27
13	32	9,92
14	32	6,15
15	30	5,3
16	31	4,8
17	33	4,73
18	25	6,48
19	37	8,26
20	29	8,91
21	26	5,89
22	22	4,82
23	33	7,38
24	43	5,18
25	35	6,28
26	31	9,74
27	31	6,05
28	43	5,18
29	42	4,9
30	40	6,98
31	29	6,94
32	25	8,69
33	32	8,47
34	30	7,18
35	37	6,9
36	26	7,07
37	40	6,39
38	30	4,87
39	35	6,96

Tabla 4.6. Valores de leucocitos en hombres de 1 a 5 años de exposición

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		1 A 5 años
1	23	5,83
2	26	5,61
3	34	5,64
4	26	5,53
5	24	5,53
6	54	7,86
7	23	5,92
8	27	6,22
9	26	4,07
10	49	4,53
11	47	6,74
12	31	5,29
13	28	7,44
14	29	6,32
15	36	4,98
16	46	5,26
17	43	5,54
18	44	4,71

Tabla 4.7. Estadística descriptiva- exposición de 1 a 5 años en leucocitos

		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	39	18
	Perdidos	0	21
Mediana		6,66	5,57
Moda		5,18 ^a	5,53
Rango		5,19	3,79
Mínimo		4,73	4,07
Máximo		9,92	7,86

Ilustración 4.2. Histograma - Valores de leucocito-mujer expuestos a RI de 1 a 5 años

Tabla de frecuencias

Clase	Frecuencia
4,73	3
5,59	6
6,46	6
7,32	1
8,19	2
9,05	0
9,92	0
y mayor...	0

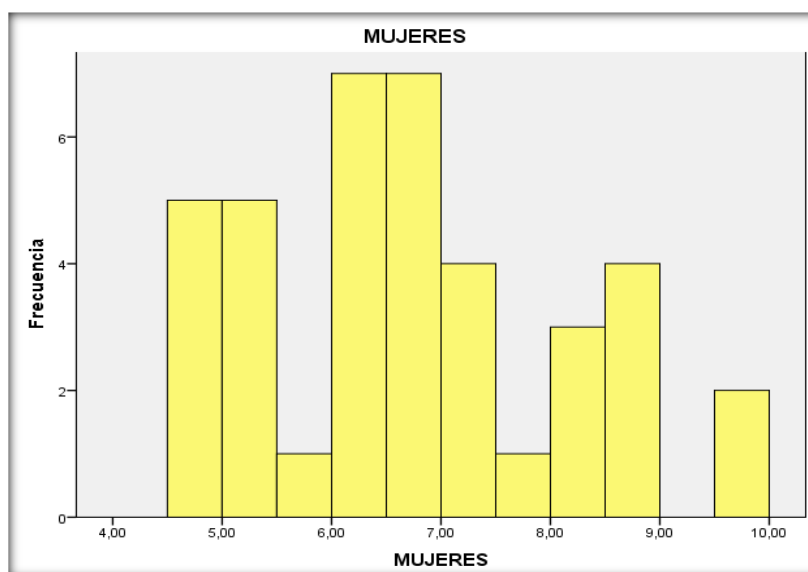


Ilustración 4.3. Histograma-leucocitos en hombres de 1 a 5 años de exposición

Tabla de frecuencias hombres

Clases	Frecuencia
4,07	2
5,33	4
5,96	7
6,59	2
7,23	1
7,86	2
y mayor...	0

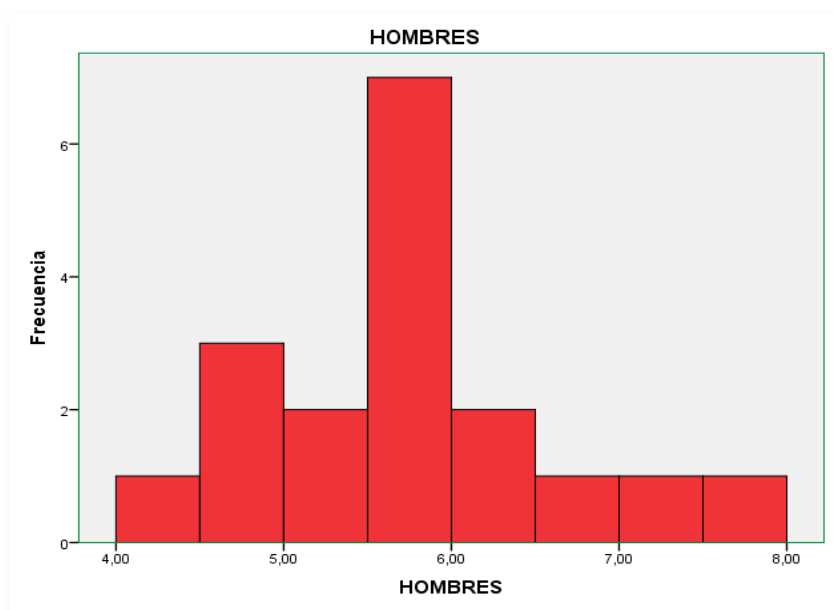


Tabla 4.8. Número de trabajadores expuestos a RI de 1 a 5 años que presentan Leucopenia

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
39	0	0	18	1	5,5

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 1 a 5 años presentan un valor mínimo de leucocitos de $4,73 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $9,92 \times 10^9/l$ lo que indica que no existe ningún caso de leucopenia por exposición a radiaciones ionizantes, además presenta una mediana de $6,66 \times 10^9/l$. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $5,57 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $4,07 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $7,86 \times 10^9/l$, lo que indica que los pacientes que presentan un valor menor a 4,5 presentan leucopenia, existiendo un caso positivo.

Tabla 4.9. Valores de leucocitos en mujeres de 5.1 a 10 años de exposición

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		5,1 A 10 años
1	28	5,31
2	29	6,33
3	35	6,25
4	38	6,16
5	33	8,46
6	30	9,35
7	29	6,07
8	37	7,14
9	35	4,47
10	42	5,66
11	36	7,42
12	56	5,1
13	59	5,1
14	38	8,98
15	43	7,45
16	37	8,13
17	44	5,02

Tabla 4.10. Valores de leucocitos en hombres de 5.1 a 10 años de exposición

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		5,1 A 10 años
1	32	8,08
2	25	6,74
3	40	7,23
4	33	4,82
5	47	7,46
6	37	5,71
7	36	5,64
8	48	6,75
9	38	4,53
10	44	6,08
11	42	7,34
12	28	6,95
13	35	6,58
14	52	7,64
15	31	5,89

Tabla 4.11. Estadística descriptiva de 5.1 a 10 años de exposición

Estadísticos		Mujeres	Hombres
N	Válidos	17	15
	Perdidos	1	3
Mediana		6,2500	6,7400
Moda		5,10	4,53 ^a
Rango		4,88	3,55
Mínimo		4,47	4,53
Máximo		9,35	8,08

Ilustración 4.4. Histograma - Mujeres expuestas a RI de 5.1 A 10 años

Tabla de frecuencia

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
4,47	1
5,45	4
6,42	5
7,40	1
8,37	3
9,35	2
y mayor...	1

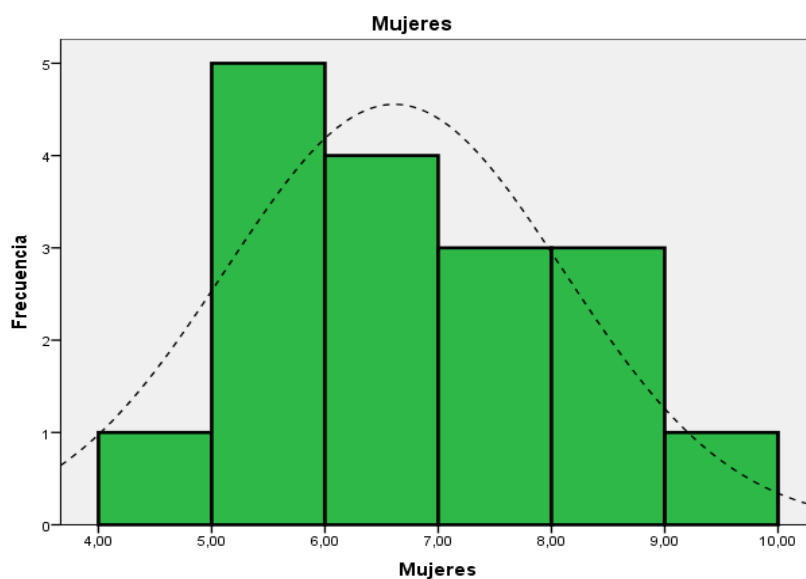


Ilustración 4.5. Histograma-Hombres expuestos a RI de 5.1 a 10 años de exposición

Tabla de frecuencias

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
4,53	1
5,24	1
5,95	3
6,66	2
7,37	5
8,08	4
y mayor...	0

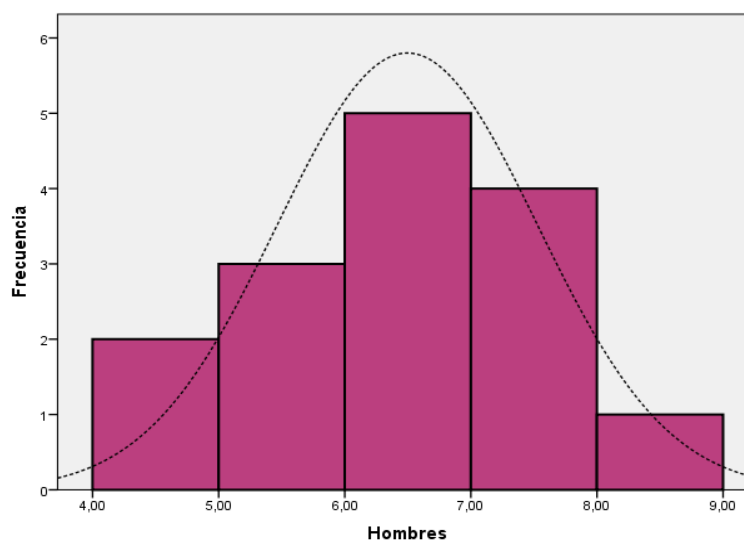


Tabla 4.12. Número de trabajadores expuestos a RI que presentan Leucopenia

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
17	1	5,5	15	0	0

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 5,1 a 10 años presentan una mediana de $6.25 \times 10^9/l$, un valor mínimo de leucocitos de $4,47 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $9,35 \times 10^9/l$ lo que indica que los pacientes que presentan un valor menor a $4,5 \times 10^9/l$ presentan leucopenia, existiendo un caso positivo. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $6.74 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $4,53 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $7,86 \times 10^9/l$, lo que indica que no existe ningún caso positivo ya que se encuentra dentro del rango de lo normal

Tabla 4.13. Valores de leucocitos en mujeres de 10.1 a 15 años de exposición

N°	Edad	Tiempo de exposición
		10,1 A 15 años
1	50	7,6
2	40	4,91
3	43	5,01
4	51	6,12
5	37	7,9
6	44	5,72
7	32	8,72
8	33	4,14
9	45	6,58
10	42	6,5
11	39	6,5
12	58	4,91
13	35	6,21
14	36	3,15
15	36	7,05

Tabla 4.14. Valores de leucocitos en hombres de 10.1 a 15 años de exposición

N°	Edad	Tiempo de exposición
		10,1 a 15 años
1	39	6,83
2	34	8,04
3	36	6,25
4	31	7,66
5	47	6,02
6	47	7,09
7	37	5,81
8	41	5,88
9	35	4,72
10	50	6,02
11	41	5,71
12	37	5,71
13	52	6,02
14	41	4,8
15	45	6,72
16	37	6,83
17	47	7,62

Continuación Tabla 15...

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		10,1 a 15 años
18	41	7,02
19	42	3,5
21	42	5,15
22	54	7,71
23	40	4,48
24	38	8,08
25	40	4,24
26	38	11,6
27	44	5,97
28	51	6,55
29	48	7,2

Tabla 4.15. Estadística descriptiva- Trabajadores expuestos a RI de 10.1 a 15 años

		Mujeres	Hombres
N	Válidos	15	29
	Perdidos	14	0
Mediana		6,2100	6,2500
Moda		4,91 ^a	6,02 ^a
Rango		5,57	8,10
Mínimo		3,15	3,50
Máximo		8,72	11,60

Ilustración 4.6. Histograma -Mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15

Tabla de frecuencia mujeres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
3,15	1
4,264	1
5,378	3
6,492	3
7,606	5
8,72	2
y mayor...	0

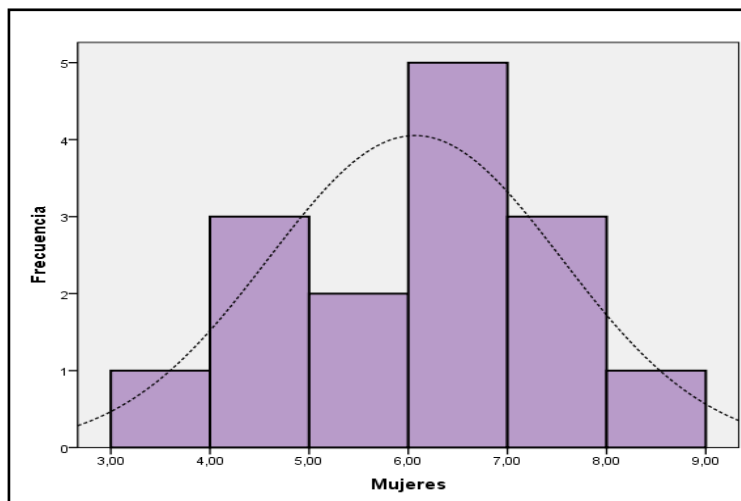


Ilustración 4.7. Histograma - Hombres expuestos a RI de 10.1 a15 años

Tabla de frecuencia hombres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
3,5	1
4,85	4
6,2	9
7,55	9
8,9	5
10,25	0
11,6	0
y mayor...	1

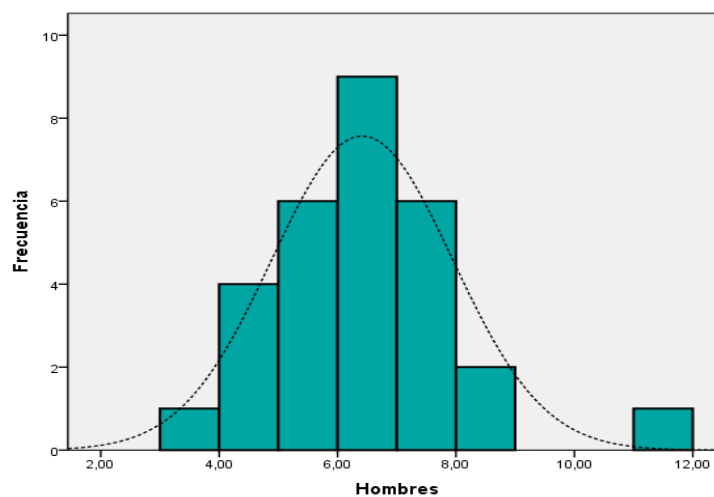


Tabla 4.16. Número de trabajadores expuestos que presentan leucopenia

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
15	2	13,3	29	3	10,3

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 10,1 a 15 años presentan una mediana de $6.21 \times 10^9/l$, un valor mínimo de leucocitos de $3,15 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $8,72 \times 10^9/l$, lo que indica que los pacientes que presentan un valor menor a 4,5 presentan leucopenia, existiendo 2 casos positivo. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $6.25 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $3,50 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $11, 11 \times 10^9/l$, existiendo 3 casos positivos. Se observa que existe mayor afectación en hombres que en mujeres, pero existe una disminución más marcada en el género femenino.

Tabla 4.17. Valores de leucocitos en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15,1 A 20 años
1	61	5,95
2	42	7,56
3	42	6,14
4	45	5,1
5	42	5,87
6	52	5,71
7	42	5,55
8	42	5,7
9	46	7,97
10	41	7,57
11	45	4,85
12	48	4,6
13	51	6,48
14	49	7,7
15	46	4,35
16	46	5,47
17	51	6,48
18	42	7,76
19	50	3,33
20	50	4,18
21	40	3,6
22	51	3,23

Tabla 4.18. Valores de leucocitos en hombres de 15.1 a 20 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15,1-20 años
1	44	6,36
2	46	3,6
3	49	5,58
4	43	5,47
5	40	6,64
6	44	5,37
7	43	4,08
8	45	6,67
9	42	6,78
10	44	5,28
11	42	6,78
12	42	8,84
13	48	5,89
14	41	5,07
15	45	7,85
16	45	7,35
17	54	5,89
18	46	6,6
19	54	5,89

Tabla 4.19. Estadística descriptiva- Trabajadores expuestos a RI de 15.1 a 20 años

		Mujeres	Hombres
N	Válidos	22	19
	Perdidos	8	11
Mediana		5,7050	5,8900
Moda		6,48	5,89
Rango		4,74	5,24
Mínimo		3,23	3,60
Máximo		7,97	8,84

Ilustración 4.8. Histograma- Mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

Tabla de frecuencia en mujeres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
3,23	1
4,178	2
5,126	5
6,074	6
7,022	3
7,97	5
y mayor...	0

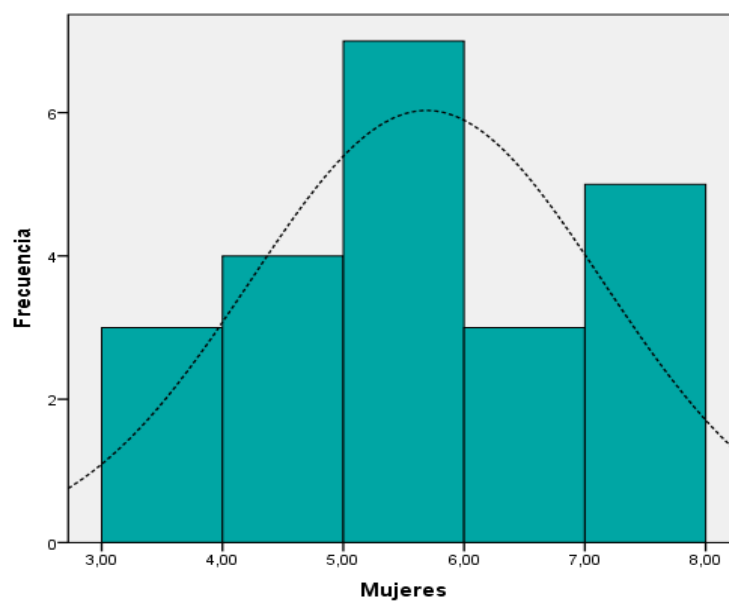


Ilustración 4.9. Histograma- Hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años

Tabla de frecuencia en hombres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
3,6	1
4,648	1
5,696	5
6,744	7
7,792	3
8,84	2
y mayor...	0

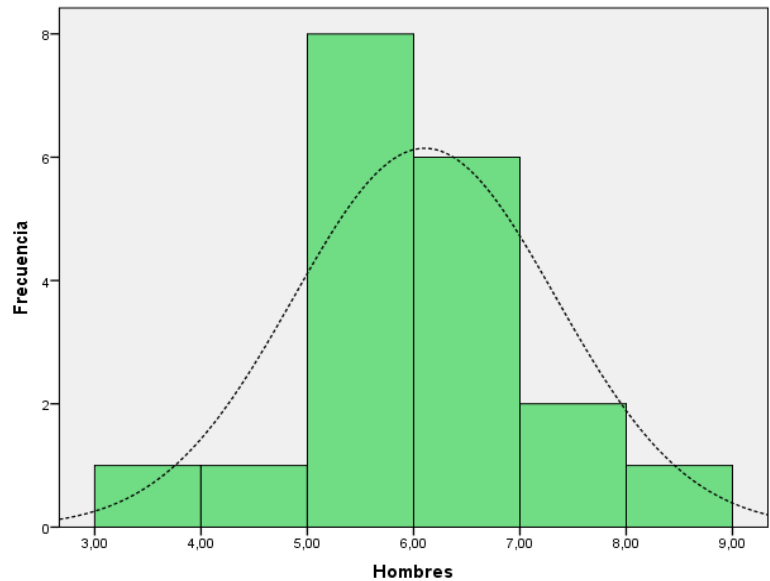


Tabla 4.20. Número de trabajadores expuestos que presentan leucopenia

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
22	5	22,7	19	2	10,5

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 15,1 a 25 años presentan una mediana $5.70 \times 10^9/l$, un valor mínimo de leucocitos de $3,23 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $7,97 \times 10^9/l$ lo que indica que los pacientes que presentan un valor menor a 4,5 presentan leucopenia, existiendo 5 casos positivos. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $5.89 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $3,60 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $8,84 \times 10^9/l$, existiendo 2 casos positivos. Con lo que se observa que existe una afectación en el género femenino dos veces mayor que en el género masculino, presentándose también una disminución más marcada, que en el género masculino. .

Tabla 4.21. Valores de leucocitos en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

N	Edad	Tiempo de exposición
		20,1 A 25
1	50	5,37
2	45	4,8
3	46	7,29
4	49	7,27
5	42	6,65
6	51	5,37
7	51	5,13
8	52	5,8
9	47	3,71
10	47	7,01
11	48	5,45
12	44	6,69
13	47	5,08
14	51	8,24
15	42	5,66

Tabla 4.22. Valores de leucocitos en hombres expuestos a RI de 20.1 a de años

N	Edad	Tiempo de exposición
		20,1 A 25 años
1	45	6,13
2	42	6,87
3	49	7,05
4	54	5,47
5	51	6,14
6	47	6,04
7	52	6,52
8	47	6,07

Tabla 4.23. Estadística descriptiva -Trabajadores expuestos a RI de 20.1 a 25 años

Estadísticos			
		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	15	8
	Perdidos	24	31
Mediana		5,6600	6,1350
Moda		5,37	5,47 ^a
Rango		4,53	1,58
Mínimo		3,71	5,47
Máximo		8,24	7,05

Ilustración 4.10. Histograma-Mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Tabla de frecuencia

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
3,71	1
4,012	0
4,314	0
4,616	0
4,918	1
5,22	2
5,522	3
5,824	2
6,126	0
6,428	0
6,73	2
7,032	1
7,334	2
7,636	0
7,938	0
8,24	0
y mayor...	1

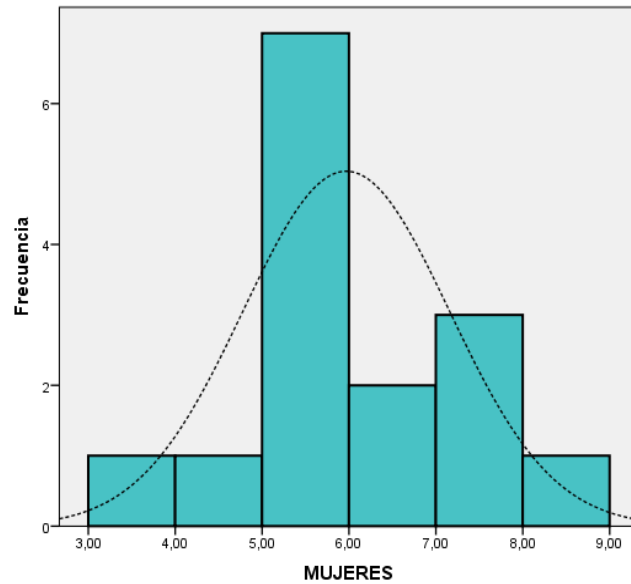


Ilustración 4.11. Histograma- Hombres expuestos a RI de 20.1 a 25 años

Tabla de frecuencias

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
5,47	1
5,865	0
6,26	4
6,655	1
7,05	1
y mayor...	1

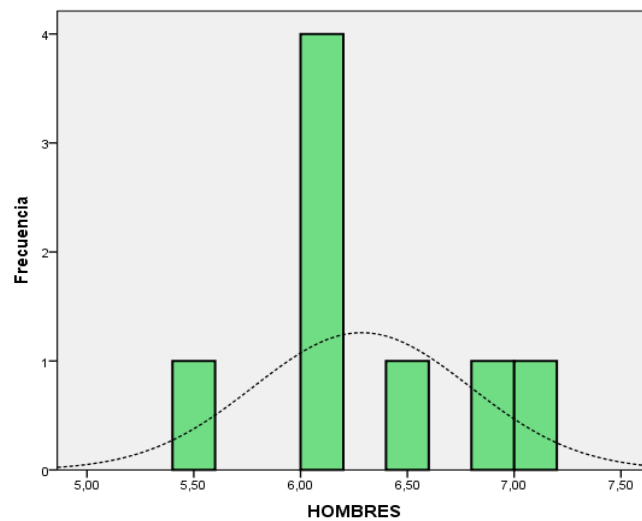


Tabla 4.24. Número de trabajadores expuestos a RI que presentan leucopenia

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
15	1	20	8	0	0

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 15,1 a 25 años presentan una mediana de $5.66 \times 10^9/l$, un valor mínimo de leucocitos de $3,71 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $8,24 \times 10^9/l$ lo que indica que los pacientes que presentan un valor menor a 4,5 presentan leucopenia, existiendo 1 casos positivo. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $56.13 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $5,47 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $7,05 \times 10^9/l$ no existe ningún caso positivo.

Tabla 4.25. Valores de leucocitos en mujeres expuestas a RI de más de 25 años

N	Edad	Tiempo de exposición
		Más de 25.1 años
1	53	4,63
2	52	6,5
3	47	8,29
4	62	5,97
5	54	5,87
6	51	8,1
7	60	4,2
8	64	6,86

Tabla 4.26. Valores de leucocitos en hombres expuestos a RI de más de 25 años

N	Edad	Tiempo de exposición
		Más de 25 años
1	50	7,56
2	49	5,88
3	52	5,04
4	60	5,74
5	50	5,97
6	64	6,39
7	64	7,1
8	65	5,72
9	63	7,44
10	62	7,5
11	60	6,63

Tabla 4.27. Estadística descriptiva- Trabajadores expuesto a RI de más de 25.1 años

Estadísticos		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	8	11
	Perdidos	31	28
Mediana		6,2350	6,3900
Moda		4,20 ^a	5,04 ^a
Rango		4,09	2,52
Mínimo		4,20	5,04
Máximo		8,29	7,56

Ilustración 4.12. Histograma - Mujeres expuestas a RI de más de 25 años

Tabla de frecuencia mujeres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
4,2	1
5,2225	1
6,245	2
7,2675	2
8,29	2
y mayor...	0

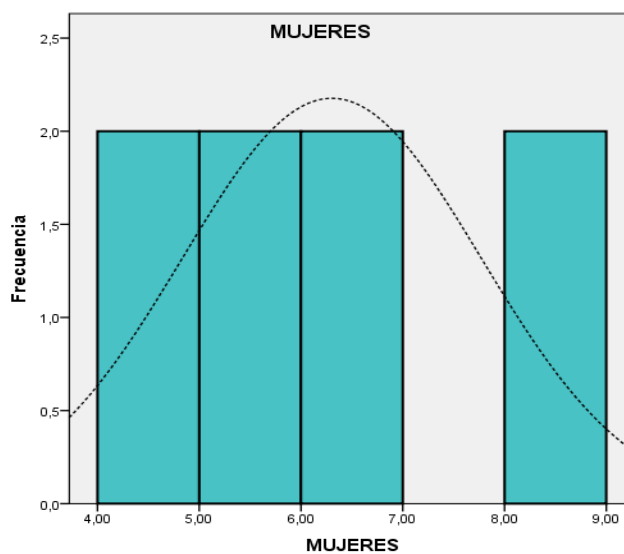


Ilustración 4.13. Histograma- Hombres expuestos a RI de más de 25 años

Tabla de frecuencias

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
5,04	1
5,544	0
6,048	4
6,552	1
7,056	1
7,56	3
y mayor...	1

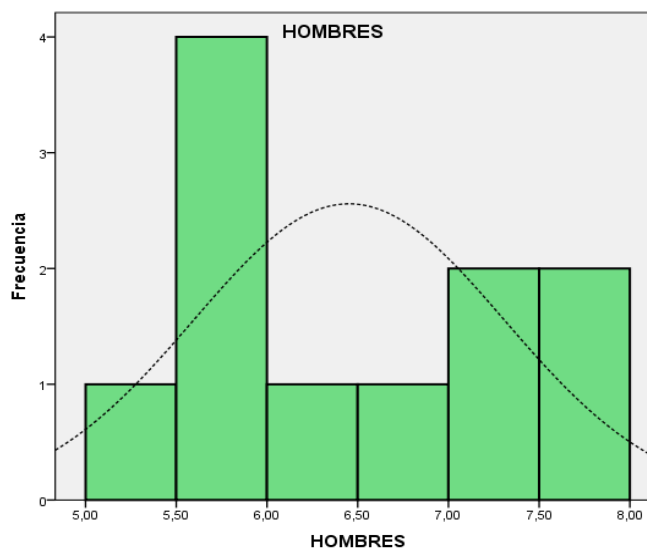


Tabla 4.28. Número de trabajadores expuestos a RI de más de 25,1 años que presentan leucopenia

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
8	1	12,5	11	0	0

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos más de 25,1 años presentan una mediana de $6.23 \times 10^9/l$, un valor mínimo de leucocitos de $4,20 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $8,29 \times 10^9/l$ lo que indica que los pacientes que presentan un valor menor a $4,5$ presentan leucopenia, existiendo 1 caso positivo. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $6.39 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $5,04 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $7,56 \times 10^9/l$ no existe ningún caso positivo.

4.3.2 Plaquetas

Tabla 4.29. Valores de plaquetas de 1 a 15 años de exposición

Pl x 10 ⁹ /l	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)					
	1 A 5		5,1 A 10		10,1 A 15	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
1	309	269	361	417	304	319
2	202	296	381	237	297	307
3	304	241	358	275	396	233
4	244	269	290	194	342	275
5	302	269	505	244	256	227
6	362	223	74	209	266	233
7	365	404	451	254	272	207
8	119	201	389	241	298	268
9	317	231	165	300	253	287
10	320	167	270	253	253	276
11	362	353	241	243	304	238
12	251	218	291	278	315	254
13	380	296	206	229	325	244
14	342	214	329	236	285	225
15	300	365	280	259	361	275
16	272	325	250	241		268
17	203	249	285			295
18	297	316				167
19	308					272
20	255					377
21	288					281
22	251					252
23	248					251
24	355					368
25	349					235
26	317					293
27	365					214
28	355					320
29	205					283

Continuación...

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)						
PI x 10 ⁹ /l	1 A 5		5,1 A 10		10,1 A 15	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
30	369					
31	237					
32	360					
33	286					
34	332					
35	276					
36	282					
37	95					
38	366					
39	373					

Tabla 4.30. Valores de plaquetas de 15.1 a más de 25 años

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)						
PI x 10 ⁹ /l	15,1 A 20		20,1 A 25		MÁS DE 25	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
1	256	307	402	269	316	282
2	369	201	315	320	244	507
3	290	225	309	265	373	252
4	271	310	366	268	253	238
5	286	256	337	230	271	302
6	578	371	402	252	302	236
7	375	315	367	390	353	183
8	229	302	225	292	185	186
9	309	282	214			407
10	291	274	314			195
11	382	282	288			195
12	397	273	383			
13	345	221	275			
14	336	320	603			
15	200	224	281			
16	225	224				
17	345	297				
18	369	246				
19	201	297				
20	352					
21	206					
22	202					

Tabla 4.31. Valores de plaquetas en mujeres expuestos a RI de 1 a 5 años

N	Edad	Tiempo de exposición
		1 A 5 años
1	23	309
2	45	202
3	30	304
4	36	244
5	23	302
6	33	362
7	39	365
8	35	119
9	30	317
10	42	320
11	31	362
12	32	251
13	32	380
14	32	342
15	30	300
16	31	272
17	33	203
18	25	297
19	37	308
20	29	255
21	26	288
22	22	251
23	33	248
24	43	355
25	35	349
26	31	317
27	31	365
28	43	355
29	42	205
30	40	369
31	29	237
32	25	360
33	32	286
34	30	332
35	37	276
36	26	282
37	40	95
38	30	366
39	35	373

Tabla 4.32. Valores de plaquetas en hombres expuestos a RI de 1 a 5 años

N	Edad	Tiempo de exposición
		1 A 5 años
2	26	296
3	34	241
4	26	269
5	24	269
6	54	223
7	23	404
8	27	201
9	26	231
10	49	167
11	47	353
12	31	218
13	28	296
14	29	214
15	36	365
16	46	325
17	43	249
18	44	316

Tabla 4.33. Estadística descriptiva- N de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 1 a 5 años

	MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	39
	Perdidos	0
Mediana	304,00	269,00
Moda	251 ^a	269
Rango	285	237
Mínimo	95	167
Máximo	380	404

Ilustración 4.14. Histograma- Número de plaquetas de 1 a 5 años de exposición

Tabla de frecuencia mujeres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
95	1
142,5	1
190	0
237,5	4
285	8
332,5	12
380	13
y mayor...	0

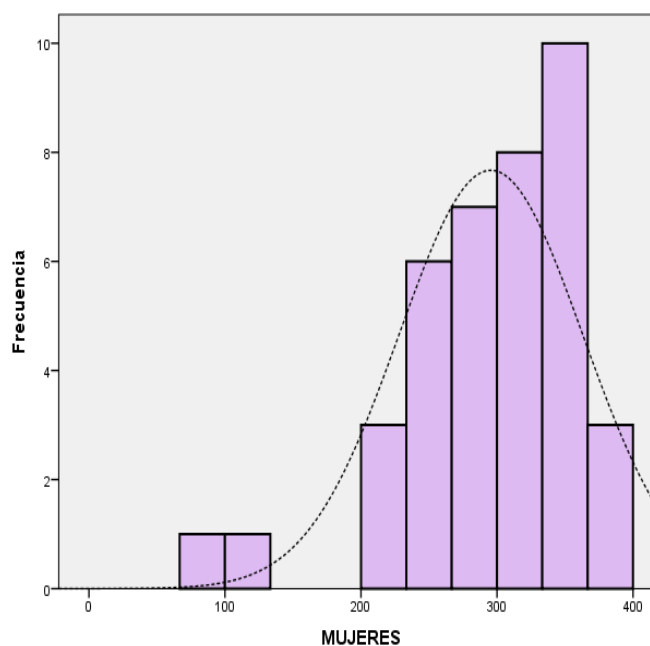


Ilustración 4.15. Histograma - Número de plaquetas – Hombres de 1 a 5 años de exposición

Tabla de frecuencia hombres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
167	1
214,4	2
261,8	5
309,2	5
356,6	3
404	1
y mayor...	1

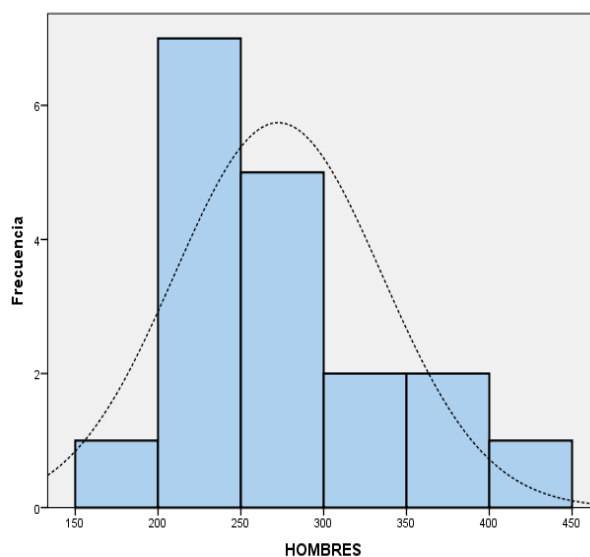


Tabla 4.34. Número de trabajadores expuestos a RI que presentan disminución de plaquetas

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
39	1	2,6	11	0	0

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 1 a 5 años presentan una mediana de $304 \times 10^9/l$, un valor mínimo de plaquetas de $95 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $380 \times 10^9/l$, lo que indica que los pacientes que presentan un valor menor a $150 \times 10^9/l$ presentan trombocitopenia, existiendo 1 caso positivo. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $269 \times 10^9/l$ y un valor mínimo de $167 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $404 \times 10^9/l$, no existe ningún caso positivo.

Tabla 4.35. Valores de plaquetas en mujeres expuestos a RI de 5.1 a 10 años

N	Edad	Tiempo de exposición
		5.1 A 10 años
1	28	361
2	29	381
3	35	358
4	38	290
5	33	505
6	30	74
7	29	451
8	37	389
9	35	165
10	42	270
11	36	241
12	38	291
13	50	206
14	40	329
15	43	280
16	37	250
17	44	285

Tabla 4.36. Valores de plaquetas en hombres expuestos a RI de 5,1 a 10años

N	Edad	Tiempo de exposición
		5.1 A 10 años
1	39	417
2	32	237
3	25	275
4	40	194
5	33	244
6	47	209
7	37	254
8	36	241
9	48	300
10	38	253
11	44	243
12	42	278
13	28	229
14	35	236
15	52	259
16	31	241

Tabla 4.37. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años

Estadísticos		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	17	16
	Perdidos	22	23
Mediana		290,00	243,50
Moda		74 ^a	241
Rango		431	223
Mínimo		74	194
Máximo		505	417

Ilustración 4.16. Histograma - Número de plaquetas - Mujeres de 5.1 a 10 años de exposición

Tabla de frecuencia mujeres

Clases	Frecuencia
74	1
160,2	0
246,4	5
332,6	7
418,8	6
505	1
y mayor...	1

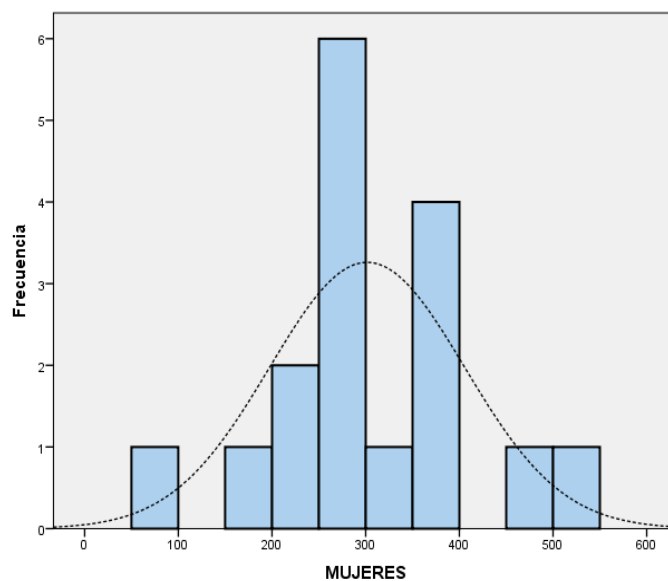


Ilustración 4.17. Histograma - Número de plaquetas - Hombres de 5.1 a 10 años de exposición

Tabla de frecuencias hombres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
194	1
238,6	4
283,2	9
327,8	1
372,4	0
417	1
y mayor...	0

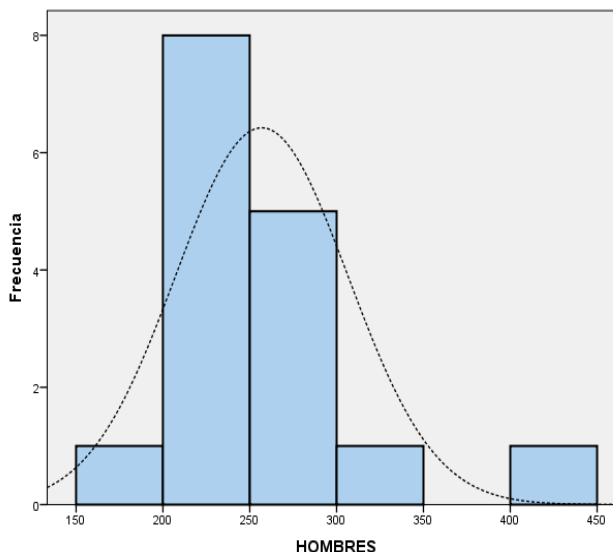


Tabla 4.38. Número de trabajadores expuestos a RI de 5.1 a 10 años que presentan disminución de plaquetas

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
17	1	14,3	11	0	0

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 5,1 a 10 años presentan una mediana de $290 \times 10^9/l$, un valor mínimo de plaquetas de 74 y un valor máximo de 505 lo que indica que los pacientes que tienen un valor menor a 150 presentan trombocitopenia, existiendo 1 caso positivo. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $243 \times 10^9/l$, un valor mínimo de 194 y un valor máximo de $417 \times 10^9/l$, no existe ningún caso positivo.

Tabla 4.39. Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años

N	Edad	Tiempo de exposición
		10.1 a 15 años
1	33	304
2	45	297
3	42	396
4	39	342
5	58	256
6	35	266
7	36	272
8	36	298
9	47	253
10	47	253
11	34	304
12	46	315
13	49	325
14	49	285
15	32	361

Tabla 4.40. Valores de plaquetas en hombres expuestas a RI de 10.1 a 15 años

N	Edad	Tiempo de exposición
		10,1 A 15
1	39	319
2	34	307
3	36	233
4	31	275
5	47	227
6	47	233
7	37	207
8	41	268
9	35	287
10	50	276
11	41	238
12	37	254
13	52	244
14	41	225
15	45	275
16	37	268
17	47	295
18	41	167
19	42	272
20	38	377
21	42	281
22	54	252
23	40	251
24	38	368
25	40	235
26	38	293
27	44	214
28	51	320
29	48	283

Tabla 4.41. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años

Estadísticos		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	15	29
	Perdidos	24	10
Mediana		298,00	268,00
Moda		253 ^a	233 ^a
Rango		143	210
Mínimo		253	167
Máximo		396	377

Ilustración 4.18. Histograma - Número de plaquetas - Mujeres de 10.1 a 15 años de exposición

Tabla de frecuencia mujeres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
253	2
281,6	3
310,2	5
338,8	2
367,4	1
396	1
y mayor...	0

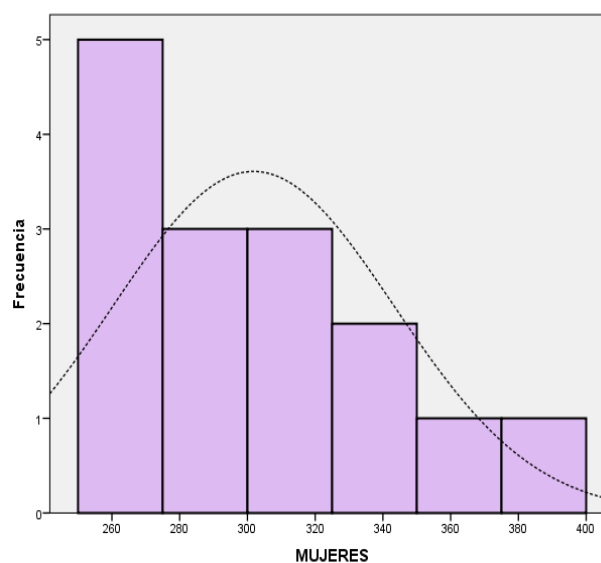
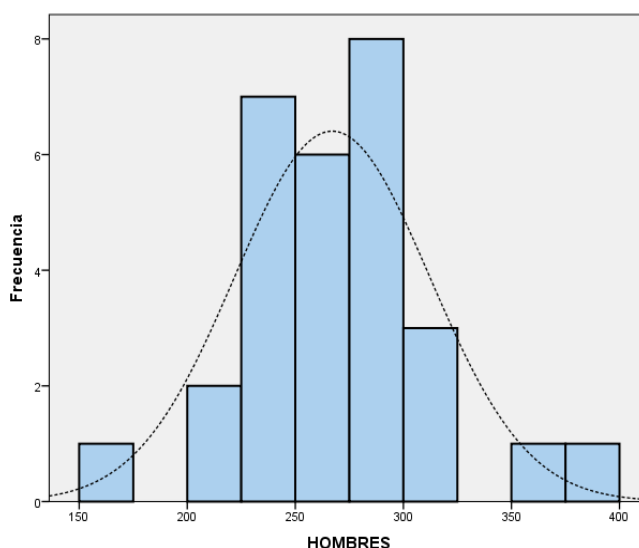


Ilustración 4.19.Histograma - Número de plaquetas - Hombres de 10.1 a 15 años de exposición

Tabla de frecuencia hombres

Clases	Frecuencia
167	1
202	0
237	7
272	8
307	9
342	2
377	2
y mayor...	0



INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 10,1 a 15 años presentan una mediana de $298 \times 10^9/l$, un valor mínimo de plaquetas de $253 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $396 \times 10^9/l$. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $268 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $167 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $377 \times 10^9/l$, no se presenta ningún caso positivo.

Tabla 4.42.Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15,1-20 AÑOS
1	61	256
2	42	369
3	42	290
4	45	271
5	42	286
6	52	578
7	42	375
8	42	229
9	46	309
10	41	291
11	45	382

Tabla 4.43.Valores de plaquetas en hombres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15,1-20 AÑOS
1	44	307
2	46	201
3	49	225
4	43	310
5	40	256
6	44	371
7	43	315
8	45	302
9	42	282

Continuación...

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15,1-20 AÑOS
12	48	397
13	51	345
14	49	336
15	46	200
16	46	225
17	51	345
18	42	369
19	50	201
20	56	352
21	50	206
22	51	202

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15,1-20 AÑOS
10	44	274
11	42	282
12	42	273
13	48	221
14	41	320
15	45	224
16	45	224
17	54	297
18	46	246
19	54	297

Tabla 4.44. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

	MUJERES	HOMBRES
N Válidos	22	19
N Perdidos	17	20
Mediana	300,00	282,00
Moda	345 ^a	224 ^a
Rango	378	170
Mínimo	200	201
Máximo	578	371

Ilustración 4.20. Ilustración 38.Histograma - Número de plaquetas - mujeres de 15.1 a 20 años de exposición

Tabla de frecuencia mujeres

Clases	Frecuencia
200	1
275,6	7
351,2	7
426,8	6
502,4	0
578	1
y mayor...	0

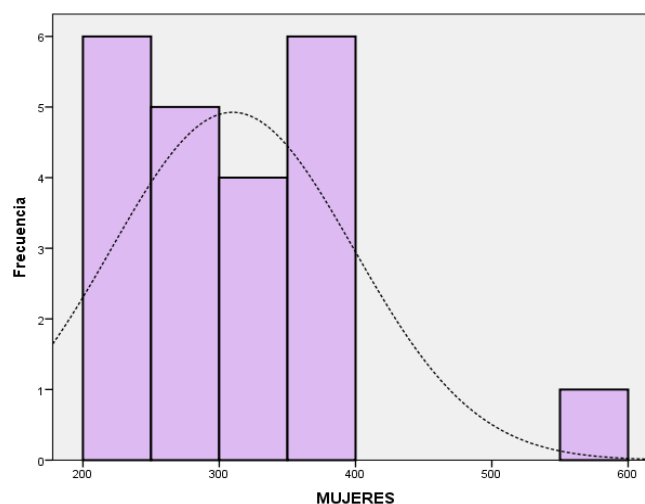
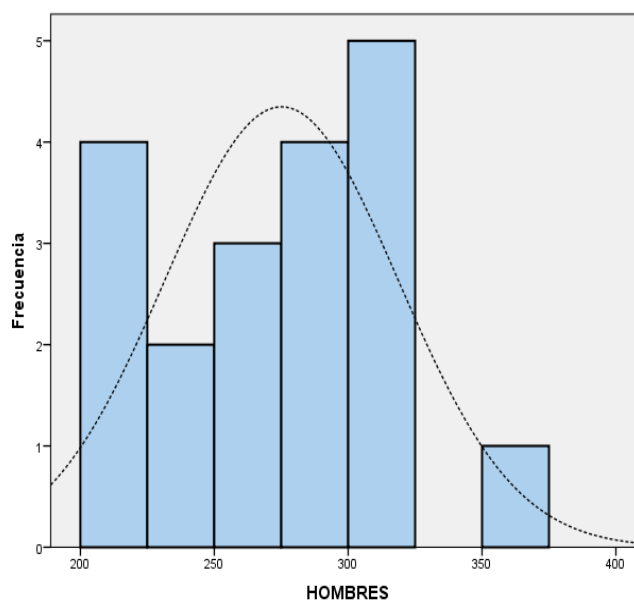


Ilustración 4.21. Histograma - Número de plaquetas - Hombres de 15.1 a 20 años de exposición

Tabla de frecuencia hombres

Clases	Frecuencia
201	1
235	4
269	2
303	7
337	4
371	1
y mayor...	0



INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 15,1 a 20 años presenta una mediana de $300 \times 10^9/l$, un valor mínimo de plaquetas de $200 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $578 \times 10^9/l$. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $282 \times 10^9/l$, valor mínimo de $201 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $371 \times 10^9/l$, no se presenta ningún caso positivo.

Tabla 4.45. Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		20.1 -25 AÑOS
1	50	402
2	45	315
3	46	309
4	49	366
5	42	337
6	51	402
7	51	367
8	52	225
9	47	214
10	47	314
11	48	288
12	44	383
13	47	275
14	51	603
15	42	281

Tabla 4.46. Valores de plaquetas en hombres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		20.1 -25 AÑOS
1	45	269
2	42	320
3	49	265
4	54	268
5	51	230
6	47	252
7	52	390
8	47	292

Tabla 4.47. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Estadísticos			
		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	15	8
	Perdidos	24	31
Mediana		315,00	268,50
Moda		402	230 ^a
Rango		389	160
Mínimo		214	230
Máximo		603	390

Ilustración 4.22. Histograma - Número de plaquetas - mujeres de 20.1 a 25 años de exposición

Tabla de frecuencia mujeres

Clases	Frecuencia
214	1
291,8	4
369,6	6
447,4	3
525,2	0
603	1
y mayor...	0

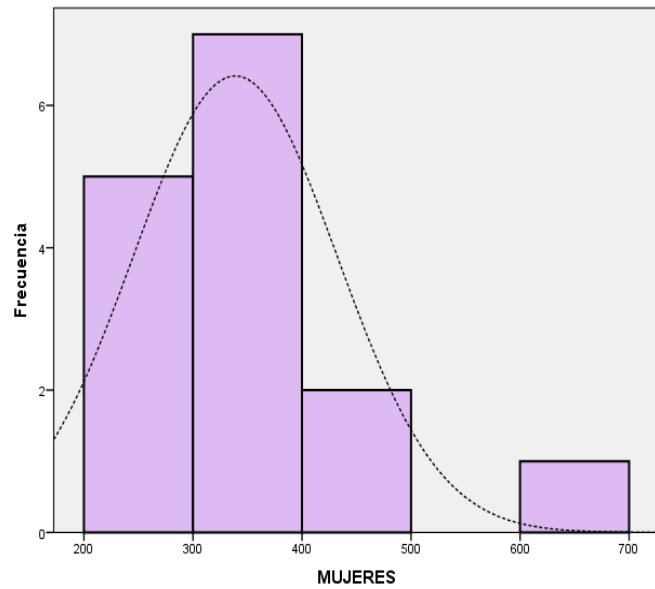


Ilustración 4.23. Histograma - Número de plaquetas - hombres de 20.1 a 25 años de exposición

Tabla de frecuencia hombres

Clases	Frecuencia
230	1
270	4
310	1
350	1
390	1
y mayor...	0



INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 20,1 a 25 años presentan una mediana de $315 \times 10^9/l$, valor mínimo de plaquetas de $214 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $603 \times 10^9/l$. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de $268 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $230 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $390 \times 10^9/l$, no se presenta ningún caso positivo.

Tabla 4.48. . Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		Más de 25.1 AÑOS
1	53	316
2	52	244
3	47	373
4	62	253
5	54	271
6	51	302
7	60	353
8	64	185

Tabla 4.49. Valores de plaquetas en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		Más de 25.1 AÑOS
1	50	282
2	49	507
3	52	252
4	60	238
5	50	302
6	64	236
7	64	183
8	65	186
9	63	407
10	62	195
11	60	195

Tabla 4.50. Estadística descriptiva- Número de plaquetas en trabajadores expuestos a RI de más de 25.1 años

		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	8	11
	Perdidos	31	28
Mediana		286,50	238,00
Moda		185 ^a	195
Rango		188	324
Mínimo		185	183
Máximo		373	507

Ilustración 4.24. Histograma - Número de plaquetas - mujeres de más de 25.1 años de exposición

Tabla de frecuencia mujeres

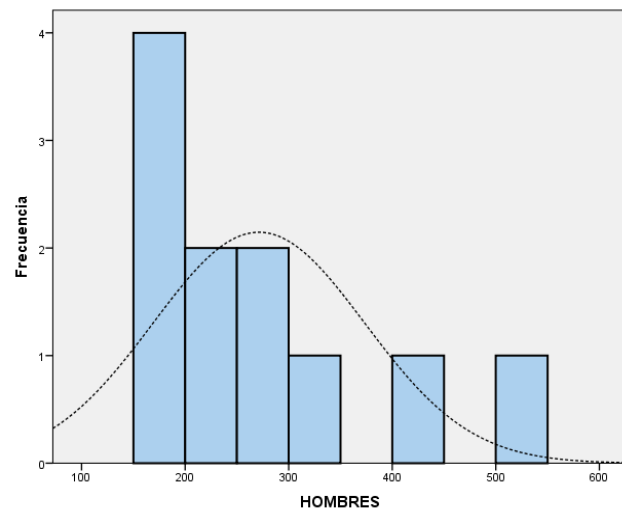
Clases	Frecuencia
185	1
232	0
279	3
326	2
373	2
y mayor...	0



Ilustración 4.25. Histograma - Número de plaquetas - hombres de más de 25.1 años de exposición

Tabla de frecuencias hombres

Clases	Frecuencia
183	1
247,8	5
312,6	3
377,4	0
442,2	1
507	1
y mayor...	0



INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos más de 25,1 años presentan una mediana de $286.5 \times 10^9/l$, un valor mínimo de plaquetas de $185 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $373 \times 10^9/l$ no presenta ningún caso. Los pacientes de género masculino presentan una mediana $238 \times 10^9/l$, un valor mínimo de $183 \times 10^9/l$ y un valor máximo de $507 \times 10^9/l$, no se presenta ningún caso positivo.

4.3.3 Fragilidad Cromosómica

Tabla 4.51. Porcentaje de Fragilidad Cromosómica de 1 a 5 años de exposición

FR %	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)					
	1 A 5		5,1 A 10		10,1 A 15	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
1	4	8	12	22	10	8
2	4	8	8	6	8	6
3	8	10	12	14	10	8
4	2	2	11	12	2	2
5	13	22	10	10	4	8
6	2	12	22	7	12	4
7	16	12	4	6	20	4
8	6	8	12	16	2	6
9	8	4	8	10	8	2
10	6	2	8	4	12	2
11	4	8	16	4	12	8
12	6	6	4	4	6	16
13	8	6	4	12	12	4
14	10	4	4	12	18	8
15	12	6	2	4	2	6
16	14	8	15	2		6
17	8	2	14			4
18	4	8				8
19	2					6
20	2					14
21	19					16
22	8					4
23	4					2
24	10					6
25	2					8
26	10					2
27	12					2
28	12					6
29	2					8
30	16					
31	18					
32	6					
33	12					
34	8					

Continuación...

FR %	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)					
	1 A 5		5,1 A 10		10,1 A 15	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
35	19					
36	10					
37	4					
38	0					
39	0					

Tabla 4.52. Porcentaje de Fragilidad Cromosómica de 15.1 a más de 25 años

FR %	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (AÑOS)					
	15,1 A 20		20,1 A 25		MÁS DE 25	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
1	2	12	12	6	6	7
2	6	12	2	4	2	10
3	4	2	12	4	18	8
4	6	8	6	16	4	2
5	10	10	16	2	2	8
6	6	2	12	4	2	8
7	2	2	12	4	2	4
8	8	6	18	14	4	8
9	12	4	12			16
10	6	2	18			14
11	8	12	4			2
12	14	14	2			
13	2	8	2			
14	4	4	2			
15	8	8	8			
16	2	6				
17	12	6				
18	12	6				
19	16	2				
20	12					
21	10					
22	14					

Tabla 4.53. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 1 a 5 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		1 a 5 años
1	23	4
2	45	4
3	30	8
4	36	2
5	23	13
6	33	2
7	39	16
8	35	6
9	30	8
10	42	6
11	31	4
12	32	6
13	32	8
14	32	10
15	30	12
16	31	14
17	33	8
18	25	4
19	37	2
20	29	2
21	26	19
22	22	8
23	33	4
24	43	10
25	35	0
26	31	2
27	31	10
28	43	12
29	42	12
30	40	2
31	29	16
32	25	18
33	32	6
34	30	12
35	37	0
36	26	8
37	40	19
38	30	10
39	35	4

Tabla 4.54. Porcentaje de fragilidad cromosómica en hombres expuestos a RI de 1 a 5 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		1 a 5 años
1	23	8
2	26	8
3	34	10
4	26	2
5	24	22
6	54	12
7	23	12
8	27	8
9	26	4
10	49	2
11	47	8
12	31	6
13	28	6
14	29	4
15	36	6
16	46	8
17	43	2
18	44	8

Tabla 4.55. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 1 a 5 años

Estadísticos		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	39	18
	Perdidos	0	21
Mediana		8,00	8,00
Moda		2 ^a	8
Rango		19	20
Mínimo		0	2
Máximo		19	22

Ilustración 4.26. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 1 a 5 años

Tabla de frecuencia mujeres

Clases	Frecuencia
2	6
4,8	6
7,6	4
10,5	10
13,33	5
16,16	3
19	3
y mayor...	0

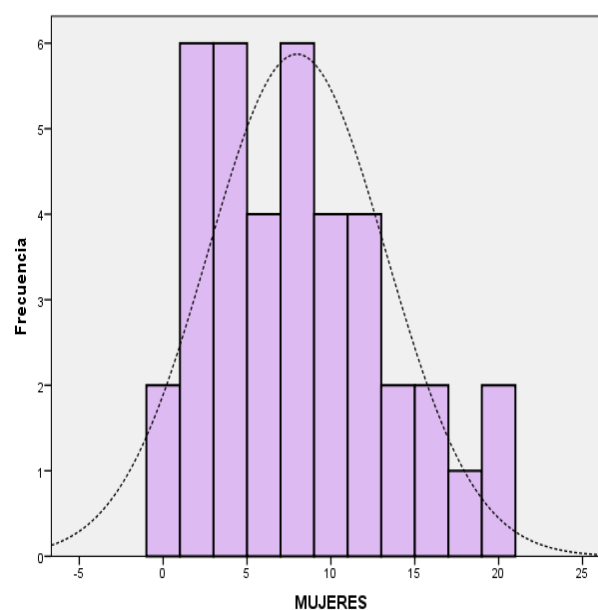


Ilustración 4.27. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 1 a 5 años

Tabla de frecuencia hombres

Clases	Frecuencia
2	3
6	5
10	7
14	2
18	0
22	1
y mayor...	0

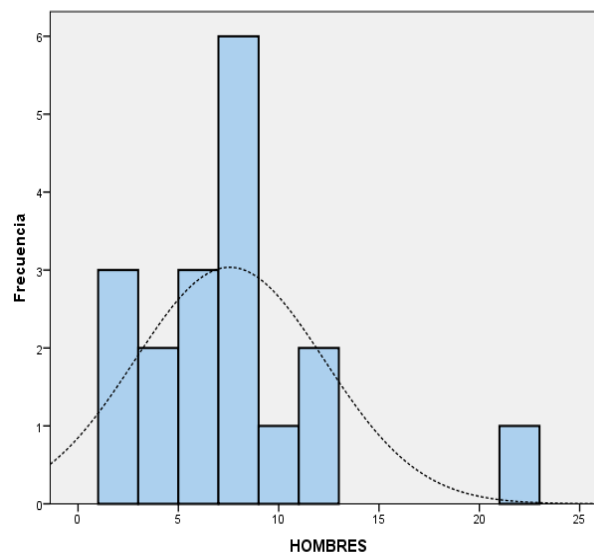


Tabla 4.56. Número de trabajadores expuestos a RI, que presentan valores fuera del rango normal

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
39	10	25,6	18	3	16,7

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 1 a 5 años presentan una mediana de 8%, un valor mínimo del porcentaje de fragilidad cromosómica de 0% y un valor máximo de 19 %, sabiendo que el rango normal está entre el 5- 10 %, existen 10 casos positivos. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de 8%, un valor mínimo de 2% y un valor máximo de 22 % existiendo 3 casos positivos. Existe mayor afectación, tres veces mayor en el género femenino.

Tabla 4.57. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		a 5 años
1	28	12
2	29	8
3	35	12
4	38	11
5	33	10
6	30	22
7	29	4
8	37	12
9	35	8
10	42	8
11	36	16
12	56	4
13	59	4
14	38	4
15	43	2
16	37	15
17	44	14

Tabla 4.58. Porcentaje de fragilidad cromosómica en hombres expuestos a RI de 5.1 a 10 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		1 a 5 años
1	39	22
2	32	6
3	25	14
4	40	12
5	33	10
6	47	7
7	37	6
8	36	16
9	48	10
10	38	4
11	44	4
12	42	4
13	28	12
14	35	12
15	52	4
16	31	2

Tabla 4.59. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 5.1 a 10 años

	MUJERES	HOMBRES
N Válidos	17	16
Perdidos	22	23
Mediana	10,00	8,50
Moda	4	4
Rango	20	20
Mínimo	2	2
Máximo	22	22

Ilustración 4.28. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años

Tabla de frecuencia mujeres

<i>Clases</i>	<i>Frecuencia</i>
2	1
6	4
10	4
14	5
18	2
22	1
y mayor...	0

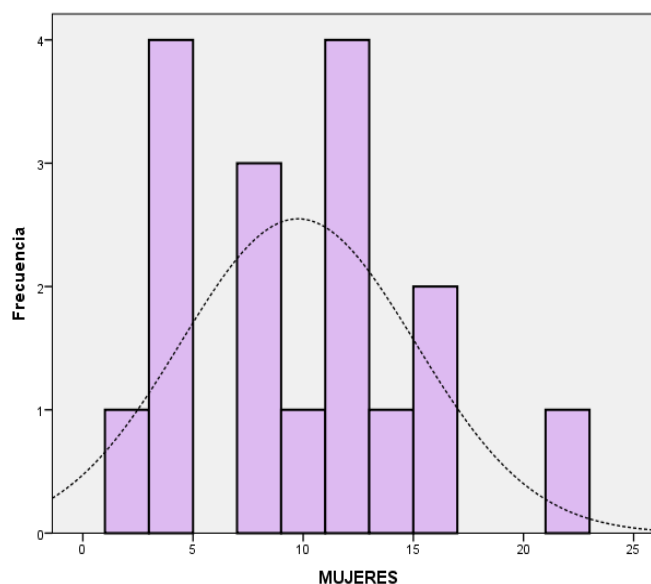


Ilustración 4.29. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 5.1 a 10 años

Tabla de frecuencias hombres

Clases	Frecuencia
2	1
6	6
10	3
14	4
18	1
22	1
y mayor...	0

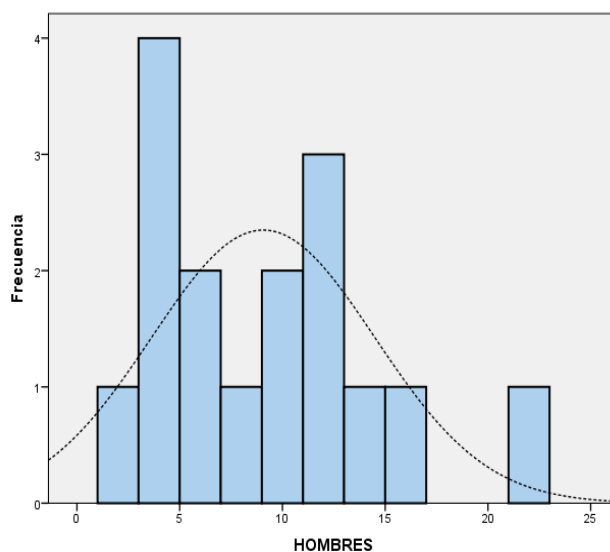


Tabla 4.60. Número de trabajadores expuestos a RI de 5 a 10 años, que presentan valores fuera del rango normal

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
17	8	47,1	16	6	37,5

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 5.1 a 10 años presentan una mediana de 10%, un valor mínimo del porcentaje de fragilidad cromosómica de 2% y un valor máximo de 22%, sabiendo que el rango normal está entre el 5- 10 %, existen 8 casos positivos. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de 8.5%, un valor mínimo de 2% y un valor máximo de 22% existiendo 6 casos positivos.

Tabla 4.61. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		1 a 5 años
1	32	10
2	33	8
3	45	10
4	42	2
5	39	4
6	58	12
7	35	20
8	36	2
9	36	8
10	47	12
11	47	12
12	34	6
13	46	12
14	49	18
15	49	2

Tabla 4.62. Porcentaje de fragilidad cromosómica en hombres expuestos a RI de 10.1 a 15 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		10.1 a 15 años
1	39	8
2	34	6
3	36	8
4	31	2
5	47	8
6	47	4
7	37	4
8	41	6
9	35	2
10	50	2
11	41	8
12	37	16
13	52	4
14	41	8
15	45	6
16	37	6
17	47	4

Continuación Tabla 63...

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		10.1 a 15 años
18	41	8
19	42	6
20	38	14
21	42	16
22	54	4
23	40	2
24	38	6
25	40	8
26	38	2
27	44	2
28	51	6
29	48	8

Tabla 4.63. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 10.1 a 15 años

Estadísticos			
		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	15	29
	Perdidos	24	10
Mediana		10,00	6,00
Moda		12	8
Rango		18	14
Mínimo		2	2
Máximo		20	16

Ilustración 4.30. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años

Tabla de frecuencia mujeres

Clases	Frecuencia
2	3
5,6	1
9,2	3
12,8	6
16,4	0
20	2
y mayor...	0

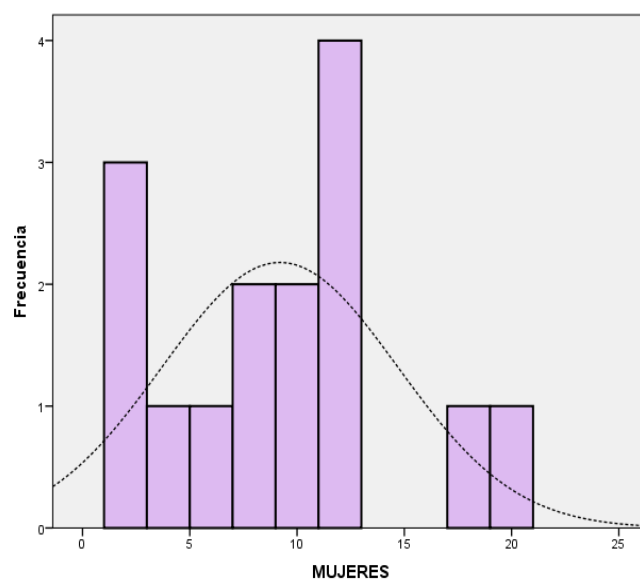


Ilustración 4.31. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 10.1 a 15 años

Tabla de frecuencia hombres

Clases	Frecuencia
2	6
4,3	5
6,7	7
9	8
11,3	0
13,6	0
16	3
y mayor...	0

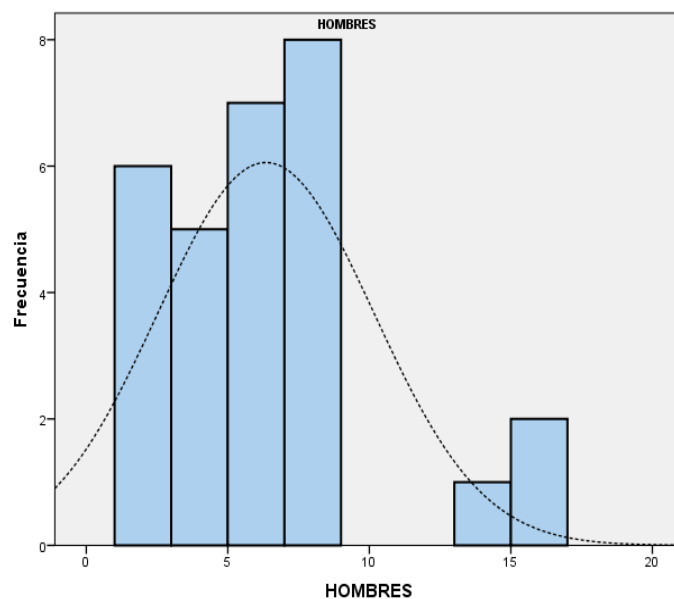


Tabla 4.64. Número de trabajadores expuestos a RI de 10.1 a 15 años, que presentan valores fuera del rango normal

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
15	6	40	29	3	10,3

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 10.1 a 15 años presentan una mediana de 10%, un valor mínimo del porcentaje de fragilidad cromosómica de 2% y un valor máximo de 20%, sabiendo que el rango normal está entre el 5- 10 %, existen 6 casos positivos. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de 6%, un valor mínimo de 2% y un valor máximo de 16% existiendo 3 casos positivos.

Tabla 4.65. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15.1 a 20 años
1	61	2
2	42	6
3	42	4
4	45	6
5	42	10
6	52	6
7	42	2
8	42	8
9	46	12
10	41	6
11	45	8
12	48	14
13	51	2
14	49	4
15	46	8

Tabla 4.66. Porcentaje de fragilidad cromosómica en hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15.1 a 20 años
1	44	12
2	46	12
3	49	2
4	43	8
5	40	10
6	44	2
7	43	2
8	45	6
9	42	4
10	44	2
11	42	12
12	42	14
13	48	8
14	41	4
15	45	8

Continuación...

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15.1 a 20 años
16	46	2
17	51	12
18	42	12
19	50	16
20	50	12
21	40	10
22	51	14

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		15.1 a 20 años
16	45	6
17	54	6
18	46	6
19	54	2

Tabla 4.67. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 15.1 a 20 años

Estadísticos		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	22	19
	Perdidos	17	20
Mediana		8,00	6,00
Moda		2 ^a	2
Rango		14	12
Mínimo		2	2
Máximo		16	14

Ilustración 4.32. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

Tabla de frecuencia mujeres

Clases	Frecuencia
2	4
4,8	2
7,6	4
10,4	5
13,2	4
16	3
y mayor...	0

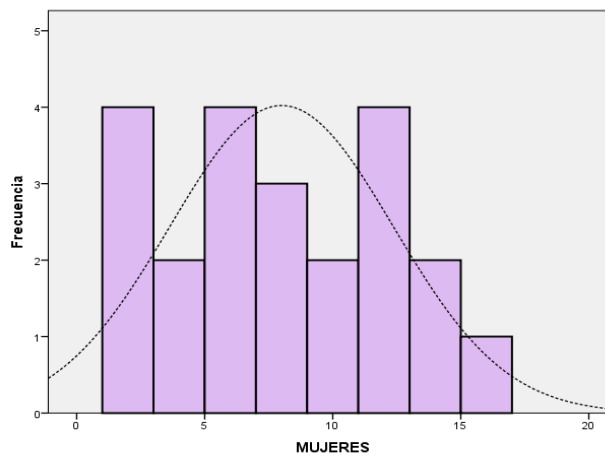


Ilustración 4.33. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

Tabla de frecuencia hombres

Clases	Frecuencia
2	5
4,4	2
6,8	4
9,2	3
11,6	1
14	4
y mayor...	0

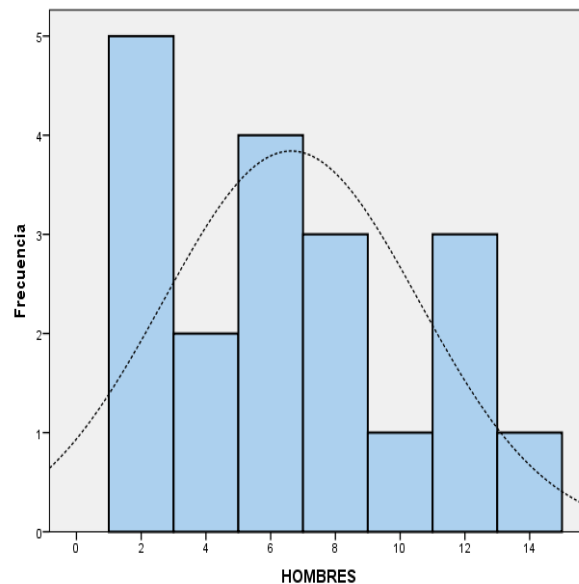


Tabla 4.68. Número de trabajadores expuestos a RI de 15.1 a 20 años , que presentan valores fuera del rango normal

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	%	Población	Casos	%
22	7	31,8	19	4	21,05

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 15,1 a 20 años presentan una mediana de 8%, un valor mínimo del porcentaje de fragilidad cromosómica de 2% y un valor máximo de 16%, sabiendo que el rango normal está entre el 5- 10 %, existen 7 casos positivos. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de 6%, un valor mínimo de 2% y un valor máximo de 19% existiendo 4 casos positivos. La afectación en mujeres es casi el doble en el género femenino.

Tabla 4.69. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		20.1 a 25 años
1	50	12
2	45	2
3	46	12
4	49	6
5	42	16
6	51	12
7	51	12
8	52	18
9	47	12
10	47	18
11	48	4
12	44	2
13	47	2
14	51	2
15	42	8

Tabla 4.70. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		20.1 a 25 años
1	45	6
2	42	4
3	49	4
4	54	16
5	51	2
6	47	4
7	52	4
8	47	14

Tabla 4.71. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de 20.1 a 25 años

Estadísticos			
		MUJERES	HOMBRES
N	Válidos	15	8
	Perdidos	24	31
Mediana		12,00	4,00
Moda		12	4
Rango		16	14
Mínimo		2	2
Máximo		18	16

Ilustración 4.34. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Tabla de frecuencia mujeres

Clases	Frecuencia
2	4
5,2	1
8,4	2
11,6	0
14,8	5
18	3
y mayor...	0

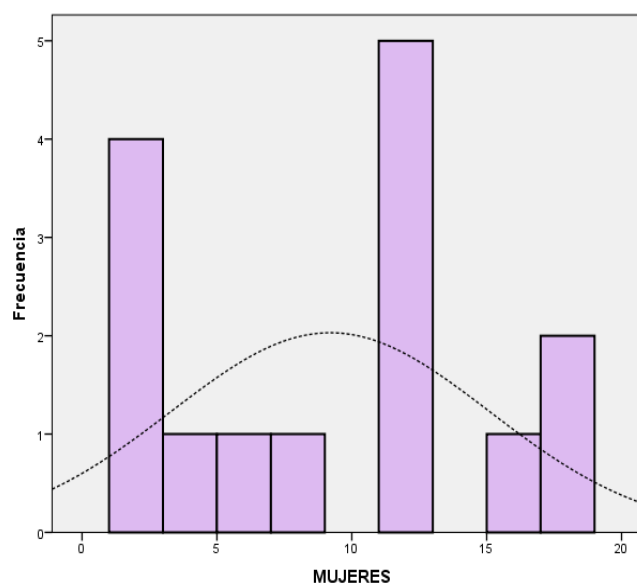


Ilustración 4.35. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Tabla de frecuencia hombres

Clases	Frecuencia
2	1
5,5	4
9	1
12,5	0
16	2
y mayor...	0

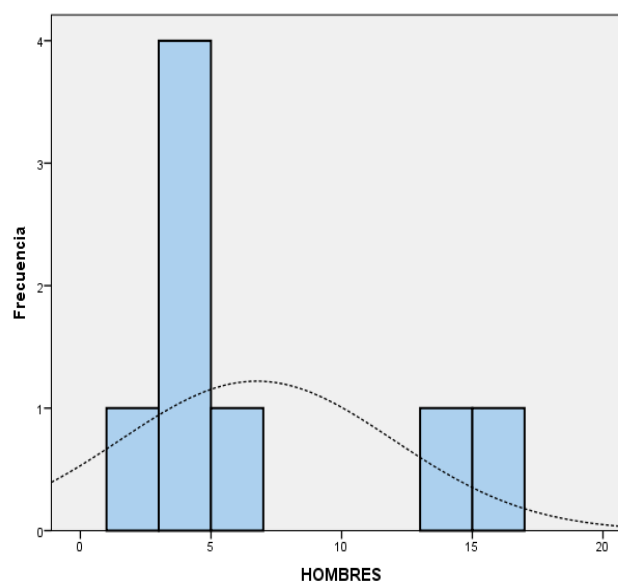


Tabla 4.72. Número de trabajadores expuestos a RI de 20.1 a 25 años, que presentan valores fuera del rango normal

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
15	8	53,3	8	2	25

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos de 20,1 a 25 años presentan una mediana de 12%, un valor mínimo del porcentaje de fragilidad cromosómica de 2% y un valor máximo de 18%, sabiendo que el rango normal está entre el 5- 10 %, existen 8 casos positivos. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de 4%, un valor mínimo de 2% y un valor máximo de 16% existiendo 2 casos positivos. La afectación en el género femenino es cuatro veces mayor que en el género masculino.

Tabla 4.73. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		10.1 a 15 años
1	53	6
2	52	2
3	47	18
4	62	4
5	54	2
6	51	2
7	60	2
8	64	4

Tabla 4.74. Porcentaje de fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años

Nº	Edad	Tiempo de exposición
		Más de 25 años
1	50	7
2	49	10
3	52	8
4	60	2
5	50	8
6	64	8
7	64	4
8	65	8
9	63	16
10	62	14
11	60	2

Tabla 4.75. Estadística descriptiva- Porcentaje de fragilidad en trabajadores expuestos a RI de más de 25,1 años

		Mujeres	Hombres
N	Válidos	8	11
	Perdidos	3	0
Mediana		3,00	8,00
Moda		2	8
Rango		16	14
Mínimo		2	2
Máximo		18	16

Ilustración 4.36. Histograma - % Fragilidad cromosómica en mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años

Tabla de frecuencia mujeres

Clases	Frecuencia
2	4
6	3
10	0
14	0
18	1
y mayor...	0

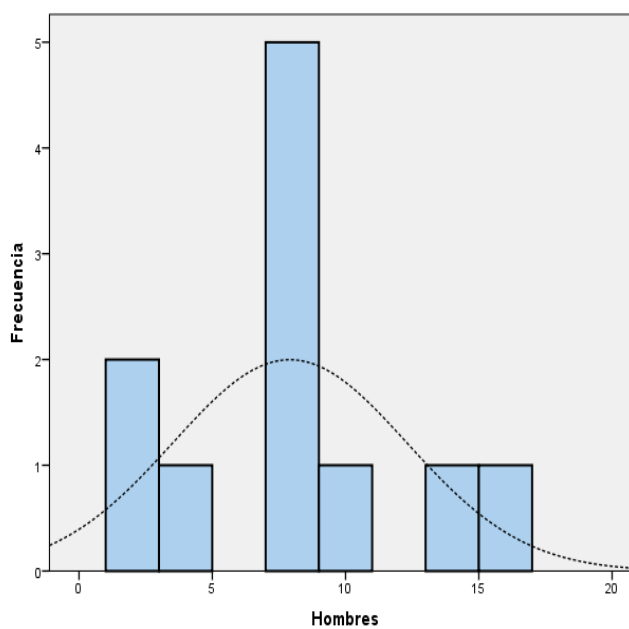


Ilustración 4.37. Histograma - % Fragilidad cromosómica en hombres expuestas a RI de más de 25.1 años

Tabla de frecuencias hombres

Clases	Frecuencia
2	2
4,8	1
7,6	1
10,4	5
13,2	0
16	2
y mayor...	0

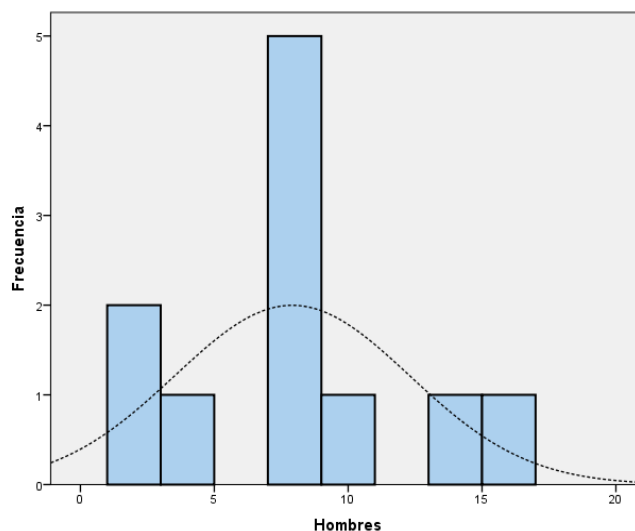


Tabla 4.76. Número de trabajadores expuestos a RI de más de 25.1 años, que presentan valores fuera del rango normal

Mujeres			Hombres		
Población	Casos	Porcentaje	Población	Casos	Porcentaje
8	1	12,5	11	2	18,18

INTERPRETACIÓN: Los pacientes de género femenino expuestos más 25 años presentan una mediana de 2%, un valor mínimo del porcentaje de fragilidad cromosómica de 2 % y un valor máximo de 18%, sabiendo que el rango normal está entre el 5- 10 %, existen 1 casos positivos. Los pacientes de género masculino presentan una mediana de 8%, un valor mínimo de 2% y un valor máximo de 16% existiendo 2 casos positivos.

4.3.4 Prevalencia de leucopenia de la población total analizada

4.3.4.1 Cálculo de prevalencia

$$P = \frac{N^{\circ} \text{ de casos positivos}}{N^{\circ} \text{ total de la población}} \times 100$$

$$P = \frac{16}{217} \times 100$$

$$P = 7.37$$

INTERPRETACIÓN: La población analizada presenta una prevalencia total de leucopenia del 7,37 %, estando este valor dentro del rango de otros estudios, en el cual la prevalencia fue del 18%.

4.3.5 Prevalencia de leucopenia por grupo de tiempo de exposición

Utilizando la fórmula para el cálculo de prevalencia se obtuvo los siguientes datos en cada grupo de tiempo de exposición.

Tabla 4.77. Cuadro de Prevalencias en cada grupo de tiempo de exposición

1 a 5 años		5.1 a 10 años		10.1 a 15 años	
Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
0	5,5	5,5	0	13,3	10,3
15.1 a 20 años		20.1 a 25 años		Más de 25.1 años	
Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
22,7	10,5	20	0	12,5	0

INTERPRETACIÓN: Se observa que la mayor prevalencia de leucopenia por tiempo de exposición es de 15 a 20 años en el género femenino, siendo el 22,7%

4.3.6 Análisis de relación entre variables

INTERPRETACIÓN: Para el análisis de las tres variables se agruparon solo los pacientes que presentaron alguna afectación en cualquier variable, de la misma manera se analizó, cada grupo de tiempo de exposición y dentro de cada grupo se analizó por separado a mujeres y a hombres.

El análisis entre los leucocitos y plaquetas solo se hicieron hasta el grupo de mujeres de 5.1 a 10 años de exposición debido a que en los otros grupos no amerita un análisis, debido a que los valores de plaquetas en todos estos grupos se encuentran dentro del rango normal.

4.3.6.1 Relación entre disminución de leucocitos con la disminución de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 1 a 5 años.

Tabla 4.78. Mujeres expuestas a RI que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

1 A 5 AÑOS				
Mujeres				
Nº	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	23	8,82	302	*13
2	39	8,69	365	*16
3	30	5,3	300	*12
4	26	5,89	288	*19
5	43	5,18	355	*12
6	42	4,9	205	*12
7	29	6,94	237	*16
8	25	8,69	360	*18
9	30	7,18	332	*12
10	40	6,39	*95	*19

*Valores fuera del rango normal.

INTERPRETACIÓN: De acuerdo a los datos analizados se puede observar que no existe relación entre la presencia de leucopenia y una trombocitopenia, debido a que tanto los datos de leucocitos y plaquetas dentro de este grupo de exposición se encuentran dentro del rango normal. Por lo tanto no es necesario realizar ningún tratamiento estadístico a este grupo de trabajadores. Lo que se puede apreciar es que de los 10 casos que presentaron algún daño en uno de los tres parámetros, el 100% presenta un aumento en la fragilidad cromosómica.

4.3.6.2 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en mujeres expuestas a RI de 1 a 5 años

INTERPRETACIÓN: De acuerdo a la tabla 87 en este grupo no existe relación entre los valores de leucocitos y porcentaje de fragilidad cromosómica, debido a que solo existen valores fuera del rango normal en cuanto a la fragilidad cromosómica, más no presentan leucopenia.

Lo que se puede apreciar es que de los 10 casos de toda la población de este grupo de exposición que presentaron algún daño en uno de los tres parámetros, el 100% presenta un aumento en la fragilidad cromosómica.

En este grupo de exposición lo que podemos observar que existe un caso de trombocitopenia y un elevado aumento del porcentaje de fragilidad cromosómica al doble del valor normal.

4.3.6.3 Relación entre disminución de leucocitos con la disminución de plaquetas en hombres expuestas a RI de 1 a 5 años.

Tabla 4.79. Hombres expuestos a RI que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

1 A 5 AÑOS				
Hombres				
Nº	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	24	5,53	269	*22
2	54	7,86	223	*12
3	23	5,92	404	*12
4	26	*4,07	231	4

*Valores fuera del rango normal

INTERPRETACIÓN: En este grupo de exposición en hombres no presentan ninguna relación entre trombocitopenia y leucopenia. Podemos observar que existe solo un caso de leucopenia pero el valor de plaquetas esta dentro del rango normal.

4.3.6.4 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en hombres expuestos a RI de 1 a 5 años

INTERPRETACIÓN: Se puede apreciar que de los 4 casos de la población total el 75% presenta aumento del porcentaje de fragilidad cromosómica, pero ninguno a la vez presenta leucopenia. El único caso que presenta leucopenia, el porcentaje de fragilidad es bajo.

4.3.6.5 Relación entre disminución de leucocitos con la disminución de plaquetas en mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años.

Tabla 4.80. Mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

5,1 a 10 años				
Mujeres				
N°	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	28	5,31	361	*12
2	30	9,35	*74	*22
3	37	7,14	389	*12
4	35	*4,47	165	8
5	36	7,42	241	*16
6	37	8,13	250	*15
7	44	5,02	285	*14

*Valores fuera del rango normal.

INTERPRETACIÓN: En este grupo de exposición, no existe una relación entre las dos variables debido a que existe un caso con presencia de leucopenia, pero el valor de las plaquetas se encuentra dentro del rango normal.

Se puede observar que también dentro de esta población se presenta un caso de trombocitopenia, pero el valor de los leucocitos se encuentra dentro del rango normal.

4.3.6.6 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en mujeres expuestas a RI de 5.1 a 10 años

INTERPRETACIÓN: De los 7 casos de la población total que presentaron alguna alteración en cualquier variable como se indica en tabla 89, el 87,1% presentó aumento en el porcentaje de la fragilidad cromosómica.. En este grupo también se encuentra a una persona con leucopenia, pero el porcentaje de fragilidad se encuentra dentro del rango normal. Con lo que nos indicaría que dentro de este grupo tampoco existe una relación entre las dos variables.

4.3.6.7 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en hombres expuestos a RI de 5. 1 a 10 años

Tabla 4.81. Hombres expuestos a RI de 5.1 a 10 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

5,1 A 10 AÑOS				
Hombres				
N°	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	39	7,8	417	*22
2	25	6,74	275	*14
3	40	7,23	194	*12
4	33	4,82	244	*10
5	36	5,64	241	*16
6	28	6,95	229	*12
7	35	6,58	236	*12

*Valores fuera del rango normal

INTERPRETACIÓN: En este grupo de trabajadores de la población total 7 personas presentaron aumento en la fragilidad cromosómica, lo que corresponde al 100%.

No se observa ninguna relación entre leucocitos y porcentaje de fragilidad, ya que solo existe un aumento de fragilidad cromosómica, pero no existe una leucopenia.

4.3.6.8 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años

Tabla 4.82. Mujeres expuestas a RI de 10.1 a 15 años que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

10,1 a 15				
Mujeres				
N°	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	58	5,72	256	*12
2	35	8,72	266	*20
3	36	*4,14	272	2
4	47	6,5	253	*12

Continuación...

10,1 a 15				
Mujeres				
N°	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
5	47	6,5	253	*12
6	46	6,21	315	*12
7	49	**3,15	325	**18

*Valores fuera del rango normal

**Valores fuera del rango normal, que tiene relación entre disminución de leucocitos y aumento de fragilidad.

INTERPRETACIÓN: Dentro de este grupo se puede apreciar que existe una relación entre una leucopenia y el aumento de la fragilidad cromosómica, siendo este caso un paciente que tiene 49 años y que tiene una exposición diaria de 5 a 8 horas pero presenta valor normal de plaquetas.

4.3.6.9 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años

Tabla 4.83. Hombres expuestos a RI de 10.1 a 15 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

10,1-15				
Hombres				
N°	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	28	6,95	229	*12
2	35	6,58	236	*12
3	37	5,71	254	*16
4	42	*3,5	272	6
5	38	6,83	377	*14
6	42	5,15	281	*16
7	40	*4,48	251	2
8	40	*4,2	235	8

*Valores fuera del rango normal

INTERPRETACIÓN: No existe relación entre leucocitos plaquetas y fragilidad cromosómica.

4.3.6.10 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años

Tabla 4.84. Mujeres expuestas a RI de 15.1 a 20 años que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

15,1-20 AÑOS				
Mujeres				
N°	Edad	Leucocitos	Plaquetas	Fragilidad cromosómica
1	46	7,97	309	*12
2	48	4,6	397	*14
3	46	*4,35	200	8
4	51	6,48	345	*12
5	42	7,76	369	*12
6	50	**3,33	201	**16
7	50	**4,18	206	**12
8	40	*3,6	329	10
9	51	**3,23	202	**14

*Valores fuera del rango normal

**Valores fuera del rango normal, que tiene relación entre disminución de leucocitos y aumento de fragilidad.

INTERPRETACIÓN:A partir de los 15 años de exposición ya existe mayor número de pacientes que presentan leucopenia y aumento en la fragilidad cromosómica, pero un valor normal en plaquetas.

El 33.3% presentó relación entre leucopenia y aumento de fragilidad cromosómica.

4.3.6.11 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años

Tabla 4.85. Hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

15,1-20 AÑOS				
Hombres				
N°	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	44	6,36	307	*12
2	46	**3,6	201	**12

Continuación...

15,1-20 AÑOS				
Hombres				
Nº	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
3	43	*4,08	315	2
4	42	6,78	282	*12
5	42	8,84	273	*14

*Valores fuera del rango normal

**Valores fuera del rango normal, que tiene relación entre disminución de leucocitos y aumento de fragilidad.

INTERPRETACIÓN: El 20% de este grupo presenta una relación entre la leucopenia y el aumento de fragilidad cromosómica.

4.3.6.12 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años

Tabla 4.86. Mujeres expuestas a RI de 20.1 a 25 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

20,1 a 25 años				
Mujeres				
Nº	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	50	5,37	402	*12
3	46	7,29	309	*12
5	42	6,65	337	*16
6	51	5,37	402	*12
7	51	5,13	367	*12
8	52	5,8	225	*18
9	47	**3,71	214	**12
10	47	7,01	314	*18

*Valores fuera del rango normal

**Valores fuera del rango normal, que tiene relación entre disminución de leucocitos y aumento de fragilidad.

INTERPRETACIÓN: El 10 % presentó relación entre leucopenia y aumento de fragilidad cromosómica.

4.3.6.13 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en hombres expuestos a RI de 15.1 a 20 años

Tabla 4.87. Hombres expuestos a RI de 20.1 a 25 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

20,1- 25 AÑOS				
Hombres				
N°	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica %
1	54	5,47	268	*16
2	47	6,07	292	*14

*Valores fuera del rango normal

INTERPRETACIÓN: En este grupo no se presenta ninguna relación entre las dos variables, no se presenta ningún caso de leucopenia y si de fragilidad cromosómica.

4.3.6.14 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en hombres expuestos a RI de más de 25,1 años

Tabla 4.88. Mujeres expuestas a RI de más de 25.1 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

MAS DE 25,1 AÑOS				
Mujeres				
N°	Edad	Leucocitos x 10 ⁹ /l	Plaquetas x 10 ⁹ /l	Fragilidad cromosómica x 10 ⁹ /l
1	47	8,29	373	*18
2	60	*4,2	353	2

*Valores fuera del rango normal

INTERPRETACIÓN: A partir de una exposición de más de 25.1 años se nota que existe una disminución de casos tanto en leucopenia como en el aumento de fragilidad cromosómica, y no se presenta ninguna relación entre las dos variables.

4.3.6.15 Relación entre leucopenia y porcentaje de fragilidad cromosómica fuera del rango normal en hombres expuestos a RI de más de 25,1 años

Tabla 4.89. Hombres expuestos a RI de más de 25 años, que presentaron valores fuera del rango normal en cualquier variable

MAS DE 25,1 AÑOS				
Hombres				
Nº	Edad	Leucocitos x $10^9/l$	Plaquetas x $10^9/l$	Fragilidad cromosómica %
1	63	7,44	407	*16
2	62	7,5	195	*14

*Valores fuera del rango normal

INTERPRETACIÓN: No existe relación entre las tres variables a pesar de que existe un aumento en el porcentaje de la fragilidad cromosómica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Mediante el desarrollo del presente estudio realizado a 217 trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, atendidos en el Laboratorio Clínico de la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo del IESS de Pichincha, desde el 2010 hasta febrero del 2012, se determinó que el porcentaje de prevalencia de leucopenia es de 7,37 %,siendo el primer valor estadístico para posteriores estudios.
- Analizando la prevalencia en cada grupo de exposición, existen más casos de leucopenia a partir de los 10 años de exposición, lo que se corrobora con estudios realizados en otros países que mencionan que la leucopenia se presenta a partir de los 8 años de exposición.
- A pesar de que no existe un porcentaje significativo de pacientes que presenten leucopenia se observa que a mayor tiempo de exposición mayor número de pacientes presentan leucopenia, decreciendo a partir de los 25 años de exposición, por tanto se acepta la hipótesis nula.
- En el presente estudio no se encontró una relación directa entre la disminución de plaquetas con la disminución de leucocitos, aunque se presenta en el grupo de exposición a radiaciones ionizantes de 1 a 10 años, 2 casos en los que existe trombocitopenia, pero en ninguno de ellos presenta leucopenia.
- De acuerdo a estudios realizados en otros países, en los pacientes expuestos a radiaciones ionizantes las plaquetas tienden a disminuir presentándose una trombocitopenia, mientras que en nuestro país se encontró una situación diferente, ya que a medida que va aumentando el tiempo de exposición en los trabajadores en particular el género femenino las plaquetas tienden a aumentar, presentándose una trombocitosis.
- En el presente estudio se encontró relación entre leucopenia y aumento de porcentaje de fragilidad cromosómica, sin embargo esta no constituye un indicador de enfermedad de origen profesional, por cuánto la fragilidad cromosómica se puede dar por antecedentes

genéticos, que contribuirá para que exista un aumento por exposición a radiaciones ionizantes.

- Los pacientes que presentaron una relación entre la manifestación de leucopenia y el aumento de fragilidad cromosómica, tenían valores de leucocitos alrededor de $3,5 \times 10^9$ l.
- Existe mayor susceptibilidad del al género femenino, tanto en la disminución de leucocitos, como en la fragilidad cromosómica.
- Es indispensable el seguimiento a los trabajadores de la salud, para establecer la aparición de los cambios biológicos producidos por la exposición a radiaciones ionizantes que complementado con la vigilancia médica estricta y podría evitar la aparición de efectos indeseables en los trabajadores.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se reafirma una vez más la importancia de los exámenes médicos como registros cronológicos en la detección de las distintas manifestaciones clínicas del personal durante la exposición a radiaciones ionizantes.
- Se recomienda realizar exámenes pre ocupacionales a todas las personas que vayan a trabajar en el área de radiología, estos deben ser realizados en el Laboratorio Clínico de la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo como se estipula en el Reglamento de Radiología.
- La necesidad de las evaluaciones iniciales es para conocer el estado de salud de un trabajador que permita en el futuro establecer una relación causa efecto, y la detección de trabajadores especialmente susceptibles que requieran de una vigilancia médica estricta.
- El Laboratorio Clínico de la Subdirección de Provincial de Riesgos del Trabajo Pichincha del IESS, por ser un ente regulador requiere implementar el test de Micronúcleos debido a que esta prueba es más específica y demuestra el efecto de las radiaciones en el organismo, lo que ayudaría para el seguimiento de todos los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.
- Llama la atención que a pesar que en nuestro país el número de personas expuestas a radiaciones ionizantes es importante, sin embargo el proceso de vigilancia médica específica se queda en lineamientos generales al indicar que los trabajadores expuestos deben realizarse controles médicos apropiados, sin que se especifique a que se refiere con el término apropiado, por lo que se recomienda realizar los siguientes exámenes:
 - T3, T4, TSH, Biometría hemática, fragilidad cromosómica como exámenes pre ocupacionales, para el personal del área de radiología, para conocer el estado de salud inicial y determinar si existen alteraciones durante el tiempo de exposición.
- Es aconsejable que todo el personal que labore en el área de radiología se suministre ácido fólico (0.4 mg/día), con lo que minimizará las alteraciones en el ADN.
- Igualmente se recomienda que todos los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, tomen conciencia a no exponerse a más de 6 horas diarias, con el fin de minimizar la radiación recibida

BIBLIOGRAFÍA

1. Alegre, N. (2001). Radiobiología. Recuperado el 15 de Mayo de 2012, de Revista electrónica: [http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/Numeros/RB1\(2001\)9-11.pdf](http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/Numeros/RB1(2001)9-11.pdf)
2. A.E.T.R. (2009). Radiobiología. Recuperado el 10 de Julio de 2012, de <http://www.aetr.net/radiobiologia.htm>
3. A.E.T.R. (2009). Radiosensibilidad. Recuperado el 16 de Julio de 2012, de <http://www.aetr.net/radiobiologia.htm>
4. Alvarez, G. (Diciembre de 2000). Descubrimiento de los Rayos x, Volumen 6. Recuperado el 12 de Noviembre de 2011, de <http://saludpublica.bvsp.org.bo/textocompleto/rnabhm2000629.pdf>
5. ATSDR. (1999). Toxicological Profile for Ionizing Radiation. Recuperado el 15 de Enero de 2012, de Agency for Toxic Substances and Disease: <http://www.ats.dr.cdc.gov/tosprofile/tp149-c7.pdf>
6. Balseiro, I. (s.f.). Protección radiológica. Recuperado el 16 de Julio de 2012, de <http://www.ib.cnea.gov.ar/~protrad/biblioteca/Efectos%20Biol%F3gicos%20Resumido.pdf>
7. Bermudez, L. (2001). Radiaciones Ionizantes . Recuperado el 5 de Diciembre de 2011, de Programa de Control de Radiaciones - Ministerio de Salud Costa Rica: <http://www.reeme.arizona.edu/materials/Radiacion%20Ionizante.pdf>
8. Cardis, E., Krewski, D., & Gilbert, E. (2006). The Cancer Burden from chernobyl in Europe. Recuperado el 11 de Febrero de 2012, de Briefing document, International Agency for Research in Cancer World Health Organization: <http://www.iarc.fr/chernobyl/IARCBriefingChernobyl.pdf>.
9. Carlos, O. J. (2010). Cáncer Hematológico en la Salud Ocupacional. Recuperado el Lunes de Agosto de 2011, de Facultad de Ciencias del Tolima: <http://es.scribd.com/doc/39118103/Cancer-Hmatologico-en-La-Salud-Ocupacional>
10. Cherry, R. (2001). Radiaciones Ionizantes. Recuperado el 10 de Noviembre de 2011, de Enciclopedia de salud y Seguridad en el Trabajo: <http://www.opas.org.br/gentequefazsaude/bvsde/bvsacd/cd49/48.pdf>
11. Escribano, G., & Castillo, S. (2006). Principales factores que producen fragilidad cromosómica transitoria en los pacientes referidos para estudio citogenético. Recuperado el 15 de Julio de 2012, de http://www.redclinica.cl/HospitalClinicoWebNeo/Controls/Neochannels/Neo_CH6258/deploy/fragilidad_cromosomico.pdf
12. Gallegoz, E. (2008). Riesgos por exposición a radiaciones ionizantes. Recuperado el 10 de Noviembre de 2011, de http://www.ffii.es/publicaciones/libro_seguridad_industrial/LSI_Cap12.pdf

13. García, M. (2008). Detectores de radiación en un servicio radiodiagnóstico. Recuperado el 5 de Octubre de 2011, de http://www.prevencionintegral.com/articulos/@datos/_ORP2008/738.pdf
14. García, M. (1998). La vigilancia de la Salud de los trabajadores. En M. GARCÍA, La vigilancia de la Salud de los trabajadores (págs. 83-87). Mafre.
15. Gónzales, A. (2000). Los efectos biológicos de la dosis bajas de radiación. Recuperado el 10 de Enero de 2012, de http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull364/Spanish/36405843745_es.pdf
16. ICRP. (2007). Recomendaciones de La Comisión Internacional de Protección Radiológica, Publicación 103. Recuperado el 12 de Febrero de 2012, de http://www.icrp.org/docs/P103_Spanish.pdf
17. INP Sector Activo, Área de Higiene Industrial. (2006). Exposición a solventes. Recuperado el 4 de Febrero de 2012, de http://www.ips.gob.cl/transparencia/portal/Documentos/exposicionsolventes_alumno.pdf
18. IESS, R. d. (2011). Población protegida del Ecuador. Quito.
19. Cisneros Mónica , IESS, Riesgos del Trabajo . (2012). Oficios
20. Cisneros Mónica, IESS, Riesgos del Trabajo. (2012). Ficha Médica
21. Ladou, J. (1999). Medicina Laboral y Ambiental. México, D.F - Santafé de Bogota: El Manual Moderno.
22. Lope, V. (Febrero de 2007). Ocupación, exposición laboral a Radiaciones Ionizantes, campos magnéticos, agentes químicos e incidencia de cáncer de toroides en Suecia. Recuperado el 2 de Julio de 2012, de Universidad de Alcalá, Departamento de Ciencias Sanitarias y Médico Sociales: <http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1373/Tesis%20doct.%20V.Lope.pdf?sequence=1>
23. Mejía, M., Botero, C., & Bermudez, L. (Noviembre de 2009). Efectos de la exposición a radiaciones ionizantes en trabajadores del área de radiología de dinámica IPS Colombia en el marco de la Vigilancia epidemiológica. Recuperado el 15 de Marzo de 2012, de Facultad de Salud Pblica: http://bdigital.ces.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/731/1/Efectos_exposicion_radiaciones.pdf
24. Mercadel, M., & Desoille, H. (1993). Radiaciones Ionizantes. En M. Mercadel, & H. Desoille, Medicina del Trabajo (págs. 362-390). Barcelona: Masson.
25. Mukherjee, J., & Mircheva, J. (1995). Los efectos radiobiológicos de las radiaciones de bajo nivel y riesgo de cáncer. Recuperado el 12 de Junio de 2012, de http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull332/Spanish/33205883235_es.pdf

26. Negrón, J. (22 de Octubre de 2008). Efectos de la Radiación. Recuperado el 16 de Julio de 2012, de http://www.br.inter.edu/dirlist/Ciencia_Tecnologia/juan_negron/RATE%202260%20RADIOBIOLOGIA/Efectos,%20Unidades%20de%20Radiacion.pdf
27. Nuñez, M. (2008). Efectos biológicos de las radiaciones. Recuperado el 2 de Julio de 2012, de Escuela Universitaria de Tecnología Médica.
28. Olivella. (2001). Recuperado el 16 de Julio de 2012, de www.aolivella.cat/Rafanell/.../RADIOBIOLOGIA.doc
29. Ortiz, J. C. (2008). Cáncer hematológico en la Salud Ocupacional. Recuperado el Sábado de Septiembre de 2011, de Facultad de Ciencias del Tolima: <http://es.scrib.com/doc/39118103/Cancer-Hematologico-en-La-Salud-Ocupacional>
30. Osorio, G. (S/A). Fragilidad Cromosómica. Recuperado el 3 de Agosto de 2012, de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&sqi=2&ved=0CFcQFjAI&url=http%3A%2F%2F190.26.202.205%2Findex.php%3Fidcategoria%3D38892%26download%3DY&ei=gTxRUOyiBI3s8gSn5oGoDg&usg=AFQjCNFLyJrqGyOVQa4DhFAiSXmAT2Rt-w&sig2=_3AmFl2eLx
31. Otero, G. (1993). Radiaciones Ionizantes: Características y Efectos Biológicos. En G. OTERO, Riesgos del Trabajo del personal Sanitario (. 133-174 p). Interamericana-McGraw-Hill.
32. Quezada, C. (2009). Las Radiaciones Ionizantes. Recuperado el 12 de Junio de 2011, de Universidad de Concepción: <http://www.ciencia-ahora.cl/Revista17/13RadiacionesIonizantes.pdf>
33. Salud, C. I. (2005). Radiaciones Ionizantes. Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica: http://iaprl.asturias.es/export/sites/default/es/instituto/salud_laboral/pdf/protocolos/Radiaciones.pdf
34. Sánchez Pacheco, H. A. (2008). Medidas de prevención para evitar efectos en la salud por exposición a radiaciones ionizantes en los trabajadores del sector sanitario. Recuperado el 15 de Enero de 2012, de Pontificia Universidad Javeriana-Bogota, facultad de enfermería - medicina especialización en salud ocupacional: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/enfermeria/tesis05.pdf>
35. Tomasina, F., Laborde, A., Spontón, F., Blanco, D., & Pintado, C. (2009). Vigilancia de la exposición a radiaciones ionizantes en personal universitario de la salud. Recuperado el 10 de Marzo de 2011, de http://bvs.sld.cu/revistas/spu/vol_36_01_10/spu12110.htm
36. USC. (2003). Protección Radiológica. Recuperado el 15 de Mayo de 2012, de http://www.usc.es/gir/docencia_files/dosimetria/capitulo7.pdf
37. Valecillos, M., Fernández, J., & Rojas, A. (2004). Alteraciones cromosómicas en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. Recuperado el 10 de Noviembre de 2011,

de Instituto de Medicina del Trabajo e Higiene Industrial:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S086434662010000100012&script=sci_arttext

38. Villanueva, J. (2000). Riesgo Tecnológico. Recuperado el 15 de Febrero de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/79020835/40/RADIACIONES-IONIZANTES-DEFINICION-Y-TIPOS>
39. Viteri Cueva, R. (2008). Tesis : Vigilancia médica en trabajadores expuestos a Radiaciones Ionizantes. Recuperado el 10 de Febrero de 2011 de Universidad de Huelva: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/160/1/91215.pdf>
40. Vivallo, L., Villanueva, L., & Sanhueza, S. (2005). Protección radiológica y ambiental: Informe Efectos de las radiaciones ionizantes en el ser humano. Perfil , 10-11.
41. Yépez, M., Espin, M., & Ocampo, L. (2009). Fragilidad Cromosómica en Sangre Periférica en pacientes expuestos a genotóxicos. Solca Núcleo de Quito. Recuperado el 17 de Julio de 2012

ANEXO A. Datos completos de toda la población analizada

Tabla 5.1. Datos de la población analizada de mujeres

N°	EDAD	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	% FRAGILIDAD	LEUCOCITOS X 10 ⁹ /l	PLAQUETAS X 10 ⁹ /l	HORAS DIARIAS
1	23	1	4	6,66	309	<2
2	45	1	4	6,6	202	2 A 4
3	30	1,6	8	7,95	304	2 A 4
4	36	2	2	5,38	244	2 a 4
5	23	2	13	8,82	302	5 A 8
6	33	2	2	8,18	362	5 A 8
7	39	2	16	8,69	365	5 A 8
8	35	2	6	6,23	119	5 a 8
9	30	2	8	6,7	317	5 A 8
10	42	2,5	6	5,4	320	2 a 4
11	31	2,5	4	7,04	362	2 A 4
12	32	2,6	6	6,27	251	2 A 4
13	32	3	8	9,92	380	> 8 H
14	32	3	10	6,15	342	2 A 4
15	30	3	12	5,3	300	2 A 4
16	31	3	14	4,8	272	> 8
17	33	3	8	4,73	203	5 a 8
18	25	3	4	6,48	297	2 A 4
19	37	3	2	8,26	308	5 A 8
20	29	3	2	8,91	255	5 a 8
21	26	3,6	19	5,89	288	5 a 8
22	22	4	8	4,82	251	5 a 8
23	33	4	4	7,38	248	2 a 4
24	43	4	10	5,18	355	5 A 8
25	35	4	no presenta	6,28	349	5 A 8
26	31	4	2	9,74	317	5 A 8
27	31	4	10	6,05	365	5 A 8
28	43	4	12	5,18	355	5 A 8
29	42	4	12	4,9	205	5 A 8
30	40	4	2	6,98	369	2 a 4
31	29	5	16	6,94	237	2 a4
32	25	5	18	8,69	360	2 a 4
33	32	5	6	8,47	286	5 a 8
34	30	5	12	7,18	332	5 A 8

Continuación...

Nº	EDAD	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	% FRAGILIDAD	LEUCOCITOS X 10 ⁹ /l	PLAQUETAS X 10 ⁹ /l	HORAS DIARIAS
36	26	5	8	7,07	282	2 A 4
37	40	5	19	6,39	95	5 A 8
38	30	5	10	4,87	366	5 A 8
39	35	5	4	6,96	373	5 a 8
40	28	6	12	5,31	361	5 A 8
41	29	6	8	6,33	381	5 a 8
42	50	6	16	3,33	201	5 a 8
43	35	7	12	6,25	358	<2
44	38	7	11	6,16	290	5 a 8
45	33	7	10	8,46	505	5 a 8
46	30	7	22	9,35	74	5 a 8
47	29	7	4	6,07	451	5 A 8
48	37	7	12	7,14	389	> 8 H
49	35	7	8	4,47	165	> 8 H
50	42	8	8	5,66	270	5 a 8
51	36	8	16	7,42	241	2 a 4
52	56	9	4	5,1	352	5 a 8
53	59	9	4	5,1	352	> 2
54	38	9	4	8,98	291	5 a 8
55	43	10	2	7,45	280	5 a 8
56	37	10	15	8,13	250	5 A 8
57	44	10	14	5,02	285	> 8 H
58	32	11	10	7,6	361	5 a 8
59	33	11	8	4,91	304	5 a 8
60	45	11	10	5,01	297	5 A 8
61	42	12	2	6,12	396	> 8 H
62	39	12	4	7,9	342	2 A 4
63	58	12	12	5,72	256	5 a 8
64	35	12	20	8,72	266	5 A 8
65	36	12	2	4,14	272	> 8 H
66	36	13	8	6,58	298	5 A 8

Continuación...

N°	EDAD	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	% FRAGILIDAD	LEUCOCITOS X 10 ⁹ /l	PLAQUETAS X 10 ⁹ /l	HORAS DIARIAS
68	47	14	12	6,5	253	5 A 8
69	34	14	6	4,91	304	5 A 8
70	46	15	12	6,21	315	5 a 8
71	49	15	18	3,15	325	5 A 8
72	49	15	2	7,05	285	> 2
73	61	16	2	5,95	256	5 A 8
74	42	17	6	7,56	369	5 a 8
75	42	17	4	6,14	290	5 a 8
76	45	17	6	5,1	271	5 a 8
77	42	18	10	5,87	286	5 a 8
78	52	18	6	5,71	578	5 a 8
79	42	18	2	5,55	375	5 A 8
80	42	18	8	5,7	229	5 a 8
81	46	18	12	7,97	309	5 A 8
82	41	19	6	7,57	291	<2
83	45	19	8	4,85	382	5 a 8
84	48	19	14	4,6	397	5 a 8
85	51	20	2	6,48	345	5 a 8
86	49	20	4	7,7	336	> 8 H
87	46	20	8	4,35	200	5 A 8
88	46	20	2	5,47	225	5 a 8
89	51	20	12	6,48	345	5 A 8
90	42	20	12	7,76	369	5 A 8
91	50	10	12	4,18	206	5 A 8
92	40	10	10	3,6	329	5 a 8
93	51	10	14	3,23	202	5 a 8
94	50	21	12	5,37	402	5 A 8
95	45	21	2	4,8	315	5 A 8
96	46	21	12	7,29	309	> 2
97	49	21	6	7,27	366	> 8 H
98	42	21	16	6,65	337	5 A 8
99	51	22	12	5,37	402	5 a 8
100	51	22	12	5,13	367	5 A 8
101	52	22	18	5,8	225	5 A 8

Continuación...

Nº	EDAD	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	% FRAGILIDAD	LEUCOCITOS X 10 ⁹ /l	PLAQUETAS X 10 ⁹ /l	HORAS DIARIAS
103	47	23	18	7,01	314	5 a 8
104	48	23	4	5,45	288	5 A 8
105	44	24	2	6,69	383	2 a 4
106	47	24	2	5,08	275	5 A 8
107	51	24	2	8,24	603	5 A 8
108	42	25	8	5,66	281	5 a 8
109	53	27	6	4,63	316	<2
110	52	28	2	6,5	244	5 A 8
111	47	29	18	8,29	373	> 8 H
112	62	30	4	5,97	253	5 A 8
113	54	33	2	5,87	271	5 a 8
114	51	33	2	8,1	302	5 a 8
115	60	36	2	4,2	353	2 A 4
116	64	43	4	6,86	185	5 a 8

Tabla 5.2. Datos de la población analizada de hombres

Nº	EDAD	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	% DE FRAGILIDAD	LEUCOCITOS X 10 ⁹ /l	PLAQUETAS X 10 ⁹ /l	HORAS DIARIAS
1	23	1	8	5,83	269	5 A8
2	26	1	8	5,61	296	5 A 8
3	34	1,7	10	5,64	241	2 a 4
4	26	2	2	5,53	269	5 a 8
5	24	2	22	5,53	269	> 8 H
6	54	2	12	7,86	223	5 a 8
7	23	2	12	5,92	404	5 a 8
8	27	2	8	6,22	201	2 A 4
9	26	2	4	4,07	231	5 a 8
10	49	2	2	4,53	167	5 A 8
11	47	3	8	6740	353	> 8 H
12	31	3	6	5,29	218	5 A 8
13	28	3	6	7,44	296	> 8 H
14	29	3,3	4	6,32	214	5 A 8

Continuación...

Nº	EDAD	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	% DE FRAGILIDAD	LEUCOCITOS X 10 ⁹ /l	PLAQUETAS X 10 ⁹ /l	HORAS DIARIAS
16	46	4	8	5,26	325	> 8 H
17	43	4	2	5,54	249	> 2
18	44	5	8	4,71	316	> 8 H
19	39	6	22	7,8	417	> 8 H
20	32	6	6	8,08	237	> 8 H
21	25	6	14	6,74	275	5 a 8
22	40	7	12	7,23	194	5 A 8
23	33	7	10	4,82	244	> 8 H
24	47	8	7	7,46	209	> 8 H
25	37	8	6	5,71	254	5 A 8
26	36	8	16	5,64	241	> 8 H
27	48	9	10	6,75	300	> 2
28	38	10	4	4,53	253	> 8 H
29	44	10	4	6,08	243	5 A 8
30	42	10	4	7,34	278	5 A 8
31	28	10	12	6,95	229	5 A 8
32	35	10	12	6,58	236	5 a 8
33	52	10	4	7,64	259	5 a 8
34	31	10	2	5,89	241	5 a 8
35	39	11	8	6,83	319	5 A 8
36	34	11	6	8,04	307	> 8 H
37	36	11	8	6,25	233	5 a 8
38	31	11	2	7,66	275	5 a 8
39	47	12	8	6,02	227	5 a 8
40	47	12	4	7,09	233	5 a 8
41	37	12	4	5,81	207	5 a 8
42	41	12	6	5,88	268	> 8 H
43	35	12	2	4,72	287	5 A 8
44	50	12	2	6,02	276	5 A 8
45	41	12	8	5,71	238	2 a 4
46	37	13	16	5,71	254	5 a 8

Continuación...

N°	EDAD	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	% DE FRAGILIDAD	LEUCOCITOS X 10 ⁹ /l	PLAQUETAS X 10 ⁹ /l	HORAS DIARIAS
48	41	13	8	4,8	225	> 8 H
49	45	14	6	6,72	275	5 a 8
50	37	14	6	6,83	268	5 a 8
51	47	14	4	7,62	295	2 a 4
52	41	14	8	7,02	167	5 A 8
53	42	14	6	3,5	272	5 A 8
54	38	15	14	6,83	377	5 a 8
55	42	15	16	5,15	281	5 A 8
56	54	15	4	7,71	252	<2
57	40	15	2	4,48	251	5 a 8
58	38	15	6	8,08	368	> 8 H
59	40	15	8	4240	235	5 A 8
60	38	15	2	11,6	293	> 8 H
61	44	15	2	5,97	214	5 A 8
62	51	15	6	6,55	320	5 A 8
63	48	15	8	7,2	283	5 A 8
64	44	16	12	6,36	307	> 8 H
65	46	16	12	3,6	201	5 A 8
66	49	17	2	5,58	225	> 8 H
67	43	17	8	5,47	310	> 8
68	40	17	10	6,64	256	5 a 8
69	44	18	2	5,37	371	5 A 8
70	43	18	2	4,08	315	5 A 8
71	45	18	6	6,67	302	5 A 8
72	42	19	4	6,78	282	<2
73	44	19	2	5,28	274	<2
74	42	19	12	6,78	282	5 A 8
75	42	19	14	8,84	273	5 A 8
76	48	20	8	5,89	221	5 A 8

Continuación...

Nº	EDAD	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	% DE FRAGILIDAD	LEUCOCITOS X 10 ⁹ /l	PLAQUETAS X 10 ⁹ /l	HORAS DIARIAS
78	45	20	8	7,85	224	2 A 4
79	45	20		7,35	224	2 A 4
80	54	20	6	5,89	297	5 a 8
81	46	20	6	6,6	246	5 A 8
82	54	20	2	5,89	297	2 A 4
83	45	21	6	6,13	269	<2
84	42	21	4	6,87	320	5 A 8
85	49	22	4	7,05	265	5 a 8
86	54	24	16	5,47	268	5 a 8
87	51	24	2	6,14	230	5 A 8
88	47	24	4	6,04	252	2 A 4
89	52	25	4	6,52	390	> 8 H
90	47	25	14	6,07	292	2 A 4
91	50	26	7	7,56	282	> 8 H
92	49	26	10	5,88	507	5 A 8
93	52	28	8	5,04	252	> 8 H
94	60	30	2	5,74	238	2 a 4
95	50	30	8	5,97	302	5 a 8
96	64	30	8	6,39	236	5 A 8
97	64	30	4	7,1	183	> 8 H
98	65	32	8	5,72	186	> 2
99	63	35	16	7,44	407	5 a 8
100	62	38	14	7,5	195	5 A 8
101	60	40	2	6,63	195	5 A 8

ANEXO B. Ficha médica de los pacientes



INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL SEGURO GENERAL DE RIEGOS DEL TRABAJO DEPARTAMENTO DE MEDICINA DEL TRABAJO PROGRAMA DE PREVENCIÓN POR EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES DEL POE

0 Ficha N° _____		C.I. _____	
1 Lugar: _____		2 Fecha: _____	
3 _____		3 _____	
Apellido paterno		Apellido materno	
Nombres			
4 Edad	_____	5 Sexo	H <input type="checkbox"/> 1 M <input type="checkbox"/> 2
6 Talla	_____	7 Peso	_____
8 IMC	_____	9 Presión Arterial	_____
10 Frecuencia Cardíaca	_____	11 Pulso	_____
12 Empresa (s) que ha Trabajado: Inicie con la actual	_____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4	13 Horas de ha trabajado en cada empresa: Inicie con la actual	_____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4
14 Antigüedad en años en cada empresa que trabaja	_____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4	15 Cargo:	_____
16 Área: _____			
17 Estado Civil	Soltero <input type="checkbox"/> 1 casado <input type="checkbox"/> 2 Divorciado <input type="checkbox"/> 3 Viudo <input type="checkbox"/> 4 Unión Libre <input type="checkbox"/> 5	18 Instrucción	Ninguna <input type="checkbox"/> 1 Primaria <input type="checkbox"/> 2 Secundaria <input type="checkbox"/> 3 Técnica <input type="checkbox"/> 4 Especial <input type="checkbox"/> 5 Superior <input type="checkbox"/> 6
19 Profesión/Ocupación	Médico <input type="checkbox"/> 1 Odontólogo <input type="checkbox"/> 2 Lic / Tecnólogo Rx <input type="checkbox"/> 3 Técnico Rx <input type="checkbox"/> 4 Enfermera (o) <input type="checkbox"/> 5 Auxiliar de Rx <input type="checkbox"/> 6 Personal de Servicio <input type="checkbox"/> 7 Personal Administrativo <input type="checkbox"/> 8 *Otros profesionales <input type="checkbox"/> 9	20 Tiene Licencia para operar equipos generadores de RI emitida por la CEEA Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares	Si <input type="checkbox"/> 1 No <input type="checkbox"/> 2
* Determine Profesión: _____			
21 Exposición diaria a RX	< 2 horas <input type="checkbox"/> 1 2 a 4 horas <input type="checkbox"/> 2 5 a 8 horas <input type="checkbox"/> 3 > de 8 horas <input type="checkbox"/> 4	22 Se han realizado mediciones en las áreas de radiaciones ionizantes de la empresa	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
23 La dosimetría en el área de trabajo ha sido: (mrem/año)	< de 10 <input type="checkbox"/> 1 igual a 100 <input type="checkbox"/> 2 > de 100 a 400 <input type="checkbox"/> 3 > de 400 <input type="checkbox"/> 4 No sabe los resultados <input type="checkbox"/> 5	24 La dosimetría de Exposición personal Dosis Cuerpo Entero	< de 3 <input type="checkbox"/> 1 > de 3 a 5 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 > de 15 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 No usa dosímetro <input type="checkbox"/> 6 4 mSv 0 Límite de Dosis. 1mSv = 100 mRem
25 Ha usado Elementos de Protección Personal (EPP) para trabajar con Rx	Adecuados para RX <input type="checkbox"/> 1 Son insuficientes <input type="checkbox"/> 2 No tiene <input type="checkbox"/> 3	26 Que tiempo ha usado EPP en la (s) empresa (s) que trabaja Inicie con la actual Tiene o NO	_____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4
27 Ha presentado accidentes de trabajo por RX	Si <input type="checkbox"/> 1 No <input type="checkbox"/> 2	28 Ha presentado problemas oculares como:	Blefarconjuntivitis <input type="checkbox"/> 1 Catarata <input type="checkbox"/> 2
29 Ha presentado en Piel:	Eritema <input type="checkbox"/> 1 Atrofia <input type="checkbox"/> 2 Fibrosis <input type="checkbox"/> 3 Hiperpigmentación <input type="checkbox"/> 4 Hipopigmentación <input type="checkbox"/> 5 Ulceración <input type="checkbox"/> 6 Necrosis <input type="checkbox"/> 7 Neoformación <input type="checkbox"/> 8 Depilación <input type="checkbox"/> 9	30 Ha presentado problemas digestivos como:	Náuseas <input type="checkbox"/> 1 Vómitos <input type="checkbox"/> 2 Esofagitis <input type="checkbox"/> 3 Úlceras <input type="checkbox"/> 4 Atrofia gástrica <input type="checkbox"/> 5 Enteritis <input type="checkbox"/> 6 Melenas <input type="checkbox"/> 7

43 Leucocitos

Rangos normales	<input type="checkbox"/> 1
> Nivel Leucocitario	<input type="checkbox"/> 2
< Nivel leucocitario	<input type="checkbox"/> 3

44 Linfocitos

Rango normal	<input type="checkbox"/> 1
> Nivel Lifocitario	<input type="checkbox"/> 2
< Nivel linfocitario	<input type="checkbox"/> 3
Celulas anormales	<input type="checkbox"/> 4
Normales con cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 5
Aumento y cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 6
	<input type="checkbox"/> 7

45 Monocitos

Rango normal	<input type="checkbox"/> 1
> Nivel Lifocitario	<input type="checkbox"/> 2
Normales con cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 3
Aumento y cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 4

46 Neutrófilos

Rango normal	<input type="checkbox"/> 1
> Nivel Lifocitario	<input type="checkbox"/> 2
< Nivel linfocitario	<input type="checkbox"/> 3
Células anormales	<input type="checkbox"/> 4
Normales con cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 5
Aumento y cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 6
	<input type="checkbox"/> 7

47 Eosinofilos

Rango normal	<input type="checkbox"/> 1
> Nivel Linfocitario	<input type="checkbox"/> 2
Normales con cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 3
Aumento y cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 4

48 Plaquetas

Normal	<input type="checkbox"/> 1
Disminución	<input type="checkbox"/> 2
Cambios morfológicos	<input type="checkbox"/> 3

49 **Diagnóstico Clínico General**

40 **Patología laboral con relación a RX**

51 **Pronóstico**

52 **Grado de incapacidad laboral**

53 **Recomendaciones:** (Interconsulta - Reubicación - Jubilación - Seguimiento)

Informe estudio citogenético y mutagenicidad.

<hr/>	<hr/>	<hr/>
Nombre del Médico Examinador	Código	Firma y Sello

Nota: IESS. SGRT. (2012) Licda. Mónica Cisneros Funcionaria del Seguro General de Riesgos del Trabajo.

ANEXO C. Oficio para asistencia de pacientes



INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL

DIRECCION DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO
SUBDIRECCION PROVINCIAL RIESGOS DEL TRABAJO-PICHINCHA

Quito, DM, Mayo xx del xxxx

Doctor Jaime Ocampo Trujillo

DIRECTOR DE SISTEMAS MEDICOS USFQ

Ciudad.-

Le corresponde al Seguro de Riesgos del Trabajo del IESS, verificar el cumplimiento de las disposiciones de Ley referentes a Prevención de Riesgos Laborales, y todas aquellas especificaciones en materia de protección radiológica; así como de manera particular vigilar la salud del personal expuesto de forma directa a radiaciones ionizantes. Ante lo expuesto, cumplo con comunicar a Usted que se ha efectuado la coordinación y la entrega de las solicitudes al especialista; para el examen de fragilidad cromosómica, del personal expuesto del Departamento de Imagen.

En tal virtud, solicito a Usted facilitar la asistencia en los siguientes días:

Deberán concurrir, al Hospital Carlos Andrade Marín. Laboratorio de Genética Humana, a las 08h00, portando: Cédula de Ciudadanía; Impreso de datos de aporte (Historia Laboral); “EN AYUNAS”. **(Requisitos indispensables para la atención)**.

El personal evaluado debe complementar el estudio con biometría hemática, conteo de plaqueta, así como Evaluación Médica por parte del área de Medicina de Riesgos del IESS.

Es indispensable se remita a la Subdirección Provincial de Riesgos del Trabajo, Pichincha área de Medicina de Riesgos (Lic. Mónica Cisneros Jácome) el récord dosimétrico acumulativo anual de los señores antes referidos.

Anticipo mi agradecimiento, por la favorable atención a la presente disposición.

Atentamente,

LIC. MÓNICA CISNEROS

FUNCIONARIA DE LA SPRT-PICHINCHA

Nota: IESS. SGRT (2012). Licda. Mónica Cisneros Funcionaria del Seguro General de Riesgos del Trabajo.